جيومورفولوجية المنعطفات النهرية المعمّقة في الجزء الأدنى من مجرى وادي الشلالة

إعداد

سيرين حابس غرايبة

المشرف

الأستاذ الدكتور سميح احمد عودة

قدمت هذه الرسالة استكمالا لمتطلبات الحصول على درجة الماجستير في الجغرافيا

كلية الدراسات العليا

الجامعة الأردنية

أيار، ٢٠١٠

قرار لجنة المناقشة

نوقشت هذه الرسالة (جيومورفولوجية المنعطفات النهرية المعمقة في الجزء الأدنى من مجرى وادي الشلالة) وأجيزت بتاريخ ٢٦/٥/2010.

أعضاء لجنة المناقشة	التوقيع
الأستاذ الدكتور سميح احمد عودة ، مشرفاً أستاذ الجيومورفولوجيا والخرائط	....
الأستاذ الدكتورحسن رمضان سلامة ، عضواً أستاذ الجيومورفولوجيا	....
الأستاذ الدكتور يحيى عيسى الفرحان ، عضواً أستاذ الجيومورفولوجيا التطبيقية والاستشعار عن بعد	....
الدكتور نايف محمود الروسان، عضواً (جامعة مؤتة) أستاذ الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية	....

الجامعة الأردنية

نمــوذج تفــويض

أنا سيرين عابس ضيف الله زرايبه ، أفوض الجامعة الأردنية بتزويد نسخ من أطروحتي للمكتبات أو المؤسسات أو الهيئات أو الأشخاص عند طلبها.

التوقيع:

التاريخ: ٢٠/٥/٢٠١٠م

الجامعة الأردنيـة
كلية الدراسات العليا

نموذج رقم (١٨)
اقرار والتزام بقوانين الجامعة الأردنية وأنظمتها
وتعليماتها لطلبة الماجستير والدكتوراة

أنا الطالب: سيرين عادل ضيف الله غرايبة الرقم الجامعي: ٨٠٧٠٥٢١
التخصص: الجغرافيا الكلية: الآداب

عنوان الرسالة / الاطروحة
جيومورفولوجية المخططات الفيضية المحتملة في الجزء الأدنى من مجرى وادي الشلالة

اعلن بأنني قد التزمت بقوانين الجامعة الأردنية وأنظمتها وتعليماتها وقراراتها السارية المفعول المتعلقة باعداد رسائل الماجستير والدكتوراة عندما قمت شخصيا" باعداد رسالتي / اطروحتي ، وذلك بما ينسجم مع الأمانة العلمية المتعارف عليها في كتابة الرسائل والأطاريح العلمية. كما أنني أعلن بأن رسالتي /اطروحتي هذه غير منقولة أو مستلة من رسائل أو أطاريح أو كتب أو أبحاث أو أي منشورات علمية تم نشرها أو تخزينها في أي وسيلة اعلامية، وتأسيسا" على ما تقدم فإنني أتحمل المسؤولية بأنواعها كافة فيما لو تبين غير ذلك بما فيه حق مجلس العمداء في الجامعة الأردنية بالغاء قرار منحي الدرجة العلمية التي حصلت عليها وسحب شهادة التخرج مني بعد صدورها دون أن يكون لي أي حق في التظلم أو الاعتراض أو الطعن بأي صورة كانت في القرار الصادر عن مجلس العمداء بهذا الصدد.

توقيع الطالب: .... التاريخ: ٢٠ / ٥ / ٢٠١٠

الاهداء

الى روح والدي

الى نبع الحنان الى الغالية

امي

الشكر

الحمد لله الذي وفقني لاتمام هذه الرسالة . واتقدم بجزيل الشكر والامتنان الى استاذي الفاضل الدكتور سميح عودة لتفضلة الاشراف على هذه الرسالة . واتقدم بجزيل الشكر الى اعضاء لجنة المناقشة الافاضل الدكتور حسن سلامة ، الكتور يحيى فرحان ، الدكتور نايف الروسان لقبولهم مناقشة هذه الرسالة .
واتقم بالشكر الى اعضاء الهيئة التدريسية في قسم الجغرافيا ، والشكر الى كل من قدم لي يد العون في المؤسسات والدوائر الحكومية لاتمام هذه الرسالة .

فهرس المحتويات

قائمة الجداول

قائمة الأشكال

قائمة الصور

المنعطفات النهرية المعمّقة في الجزء الأدنى من وادي الشلالة

إعداد

سيرين حابس ضيف الله غرايبة

المشرف

الأستاذ الدكتور سميح عودة

الملخص

تناولت هذه الدراسة ظاهرة المنعطفات النهرية المعمقة في الجزء الأدنى من وادي الشلالة من حيث خصائصها الشكلية والمورفومترية وانتظام المنعطفات وتوزعها على امتداد المجرى الرئيسي للوادي وتفسير أسباب شذوذ المنعطفات في وادي الشلالة عن المنعطفات النهرية عموماً وتفرد وادي الشلالة عن معظم الأودية في الأردن بهذه الظاهرة. وتشغل منطقة الدراسة الجزء الأدنى من الحوض بمساحة تقدر ب٦١كم^{٢} أي بنسبة مقدارها ٧% من مساحة حوض وادي الشلالة (٨٧٩كم^{٢}).

تغطي الوادي مجموعة من التكوينات الصخرية المختلفة التي يتراوح عمرها من الماسترختيان (كريتاسي) إلى إيوسين أوسط (العصر الثلاثي) – والرسوبيات السطحية من عمر البلايستوسين – هولوسين.

وتتميز منطقة الدراسة بمنعطفات نهرية معمّقة بلغ عددها ٦٣ منعطفاً بمعدل تباعد ٦,٨ منعطف / كم، وتتناقص هذه النسبة بالاتجاه نحو المصب بالإضافة إلى معامل التعرج والانحدار وطول القناة، وهو أمر يختلف عن خصائص المنعطفات بشكل عام إذ يزداد معامل التعرج وعدد المنعطفات بالاتجاه نحو المصب بسبب تناقص الانحدار وهو أمر يؤكد أن

معامل التعرج في منطقة الدراسة يخضع لعوامل أخرى غير الانحدار، ومن أهم هذه العوامــل هو هبوط بيئة المصب مما أدى إلى تأكل المنعطفات عند بيئة المصب.

وقد تم قياس الخصائص المورفومترية للمنعطفات والخــصائص الــشكلية للحــوض وخصائص الشبكة المائية من خلال مرئية Quick Bird لعام ٢٠٠٤ كما تم استخدام غطــاء من الصور الجوية لعام ١٩٨٧ مقياس ١: ١٠٠٠٠ لإجراء مقارنة لذات الخصائص لمعرفــة مدى التطور في المنطقة ولوحظ أنه لا وجود لأي تغير علــى هــذه الخــصائص نظــراً لأن المنعطفات هي من النوع المتعمق الذي يحتاج آلاف السنين حتى يتطور في ظــل الظــروف المناخية الحالية الأكثر جفافاً من الماضي.

وتم حصر الأشكال الأرضية في منطقة الدراسة وكانت تنقسم إلى بقايا اسطح التسوية ، قناة المجرى ، الكهوف الكلسية ، الخدوش الكارســتية ، المــصاطب النهريــة ، الجــروف الصدعية ، الأودية المعلقة ، واراضي الجدولة .

الفـــــــصل الأول

المقدمة

تنشأ المنعطفات النهرية كأحد الأشكال الأرضية المميزة في واحدة من مراحل الدورة الجيومورفولوجية Geomorphology وهي مرحلة الشيخوخة Old stage وفق ما هو موصوف في أدبيات الدراسة الجيومورفولوجية الخاصة بالجيومورفولوجيا النهرية Fluvial Geomorphology.

وقد اهتم عدد كبير من الجيومورفولوجين بدراستها كظاهرة للتغيرات التي تطرأ عليها، وتأثير ذلك في أرضية السهل الفيضي، والحدود الإدارية والسياسية في بعض الأحيان، ولهذا تم وضع العديد من الدراسات التي عالجت تطور هذه الظاهرة في ضوء الوثائق من خرائط وصور جوية والمرئيات الفضائية من خلال تواريخ مختلفة لتتبع مراحل انتقالها ومن ثم وضع الاتفاقيات بين الدول أو الوحدات الإدارية أو الولايات عند حدوث أي تغيير فيها. و لعل الأهم من ذلك هو ابتكار عدد كبير من المعادلات الرياضية الخاصة بمورفولوجيتها مثل: نسبة طول المجرى ذي الانعطاف النهري إلى طول المستقيم، و طول المنعطف النهري، ونسبة نطاق المنعطف النهري إلى عرض المجرى ومدى اقتراب المنعطف النهري من الشكل الدائري أو المستطيل ومدى اختناقه ليتحول النهر إلى مجرى مستقيم. ويرتبط بذلك ظاهرات البحيرات الهلالية الشكل أو المقتطعة التي قد يطغى عليها فيضان النهر بعد أن تصبح مهجورة و كذلك نشأة القنوات المهجورة وغيرها، (Thornbury, W. 1962)، (Morisawa, M. 1981), (Schumm, S.A. 1963), (Ferguson, R. I, 1977) (عبد السلام، ١٩٧٩)، (سلامة، ١٩٨٢)، (شورلي، ١٩٧٩)، (الأقطش، ١٩٩٧).

مشكلة الدراسة وأهميتها

ترتبط المشكلة الدراسية بتفرد مجرى وادي الشلالة عن سائر مجاري أودية الأردن بخاصية الانعطافات النهرية الكبيرة فيما عدا نهر الأردن علما بأن المجرى المذكور فصلي الجريان وكذلك يزيد انحدار مقطعه الطول على ١٠٠/١ على الخط المستقيم وفوق ذلك لا ترتبط منعطفات الشباب التي يلجأ النهر من خلالها إلى مناطق الضعف الصخري لينعطف النهر عندها.

ولهذا ستحاول هذه الدراسة الإجابة على الأسئلة الآتية:

١. ما الخصائص الجيومورفولوجية للمنعطفات النهرية المعمقة في مجرى وادي الـشلالة من خلال العلاقات الرياضية المعروفة والمتعلقة بـ: شكل المنعطف النهري، طـول موجة المنعطف، نطاق المنعطفات ونصف قطر المنعطف، و مدى اقترابه من الـشكل الدائري أو المستطيل.

٢. ما أسباب تواجد المنعطفات النهرية المعمّقة في الجزء الأدنى من مجرى الوادي؟

٣. ما أسباب شذوذ منعطفات مجرى وادي الشلالة عن سائر مجاري أودية الأردن.

٤. ما مدى الاختلاف في الخصائص الجيومورفولوجية وكيف تتوزع على مختلف اجزاء الوادي ؟

منطقة الدراسة

يقع حوض وادي الشلالة في الجزء الشمالي من الأردن على بعد ١٢ كم إلى الشرق مدينة من إربد و ٥ كم من لواء الرمثا بين خطي طول ٥٢ ٣٥° و ٥٨ ٣٥° شرقاً ودائرتي عرض ٣٥ ٣٢° و ٤١ ٣٢° شمالاً. ويشغل حوض وادي الشلالة مساحة مقدارها (٨٧٩) كم٢ ويبلـغ طوله وفق المسح الجغرافي نحو (٢٦) كم . ويختلف اتجاه جريان هذا الوادي إذ يتجـه مـن الجنوب إلى الشمال عن سائر أودية الأردن الرئيسية التي تتجه من الشرق إلى الغرب أو مـن الغرب إلى الشرق. أما مساحة منطقة الدراسة فتبلغ نحو (٦١)كم٢، وهي تشمل الجزء الأدنـى من حوض وادي الشلالة بما في ذلك المجرى ونطاق المنعطفات وجانباً الوادي ومنطقة السهل المتاخمة للوادي وذلك لبيان مقدار التعمق الذي حدث في منطقة الدراسة. ويبلغ أدنى منـسوب في منطقة الدراسة عن نهر اليرموك (٢٠م) عن سطح البحر في الجزء الشمالي الغربي مـن منطقة الدراسة وأعلى منسوب (٥٤٠م) في الجزء الجنوبي الغربي من منطقة الدراسة شـكل (١) وهذا بدوره انعكس على معدلات الحرارة والإمطار الذي يؤثر بدوره على الغطاء النباتي والتربة.

أهداف الدراسة:

ترتبط أهداف الدراسة بالإجابة عن التساؤلات سابقة الذكر ومن بينها:

١. دراسة الخصائص الجيوموفولوجية للمنعطفات المتعمّقة في وادي الشلالة وتحليلها.

٢. قياس عدد من الخصائص المورفومترية لشبكة المجاري المائية في منطقة الدراسة.

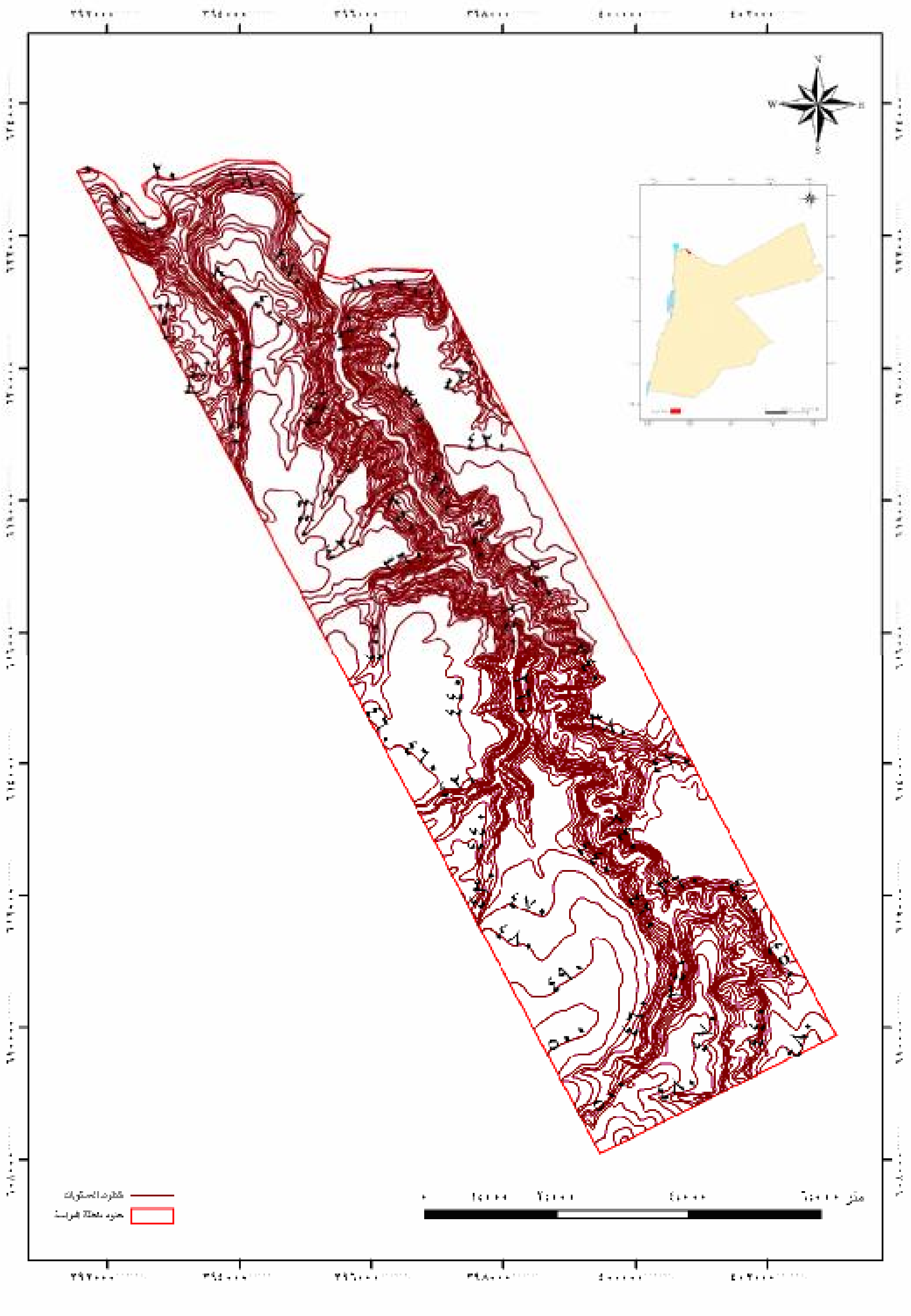
٣. دراسة بعض ظاهرات جوانب الأودية.

مبررات الدراسة:

١. ندرة البحوث التي تناولت موضوع الدراسة وعدم وجود بحوث للحالة الدراسية في الموضوع المذكور.

٢. ندرة الدراسات العلمية عن منطقة الدراسة.

٣. تميّز وادي الشلالة بالمنعطفات المعمقة.



الشكل ١ . خطوط الكنتور في وادي الشلالة

الدراسات السابقة

١. تناول Schattner، (1968) السهل الفيضي لنهر الأردن ومنعطفاته النهرية الحرة وديناميكيتها من حيث مراحل تغيرها ووضع العديد من الخرائط لها.

٢. تناول عودة (١٩٨٠) خصائص المنعطفات النهرية لنهر الأردن في جزء من دراسته ومدى التطور الذي طرأ عليها بعد عام ١٩٦٢.

٣. حاول Alford and. Holmes (1985) التي حاولت الربط بين تطور المنعطفات النهرية وخصائص المناخ القديم على طول نهر سابين (Sabine River) جنوب غرب لوزيانا ولقد توصلت الدراسة من خلال القياسات إن المنعطفات الكبرى تعود إلى الماضي وقد نتجت عن ضغوط طبيعية مرتبطة بالعواصف القوية التي حدثت في فترات سابقة.

٤. تناولت الأقطش (١٩٩٧) الخصائص المورفولوجية لمنعطفات مجرى وادي الوالا والتتبع الزماني والمكاني لهذه المنعطفات في ظل التغير المناخية والاضطرابات التكتونية التي شهدتها المنطقة وعملت على إجراء القياسات المختلفة وتحليلها وتوصلت الدراسة إلى إن منعطفات وادي الوالا من نوع المنعطفات المتعمقة وأن عوامل نشأتها ترتبط بعوامل تجدد الشباب.

٥. ناقش المشاعلة (١٩٩٩) التغيرات الجيوموفولوجية للسهل الفيضي لنهر الأردن وتناول في جزء من بحثه خصائص المنعطفات النهرية في الجزء الأدنى من نهر الأردن.

٦. تناول زيتون (٢٠٠٠) التغيرات الجيومورفولوجية للسهل الفيضي لنهر الزرقاء وتحدث في جزء من الدراسة عن تغير منعطفات وتعرج مجرى نهر الزرقاء ما بين جسر جرش وسد الملك طلال في الفترة ١٩٧٨ – ١٩٩٨ وتوصلت الدراسة إلى أن المنعطفات من النوع الحر.

٧. درس Wormleaton .(2005) وتناولت الدراسة سلوك المنعطفات فوق ضفة ذات أعماق متدرجة ولقد تم إجراء القياسات لتوزيعات السرعة والتباين والاختلاف في العمق وانتقال الرواسب في القنوات المتعرجة وقد أظهرت الدراسة إن الرواسب لديها نزعة أخذ الطريق الأقصر خلال المنعطفات.

٨. دراسة Guneralp and Rhoads (2006) الهندسية للمنعطفات النهرية من حيث الاستدارة والاستطالة وكيفية احتساب إعداد المنعطفات وغيرها.

أما جديد هذه الدراسة وتميزها فيرتبط بما يلي:

١. الحالة الدراسية التي لم تدرس من قبل.
٢. موضوع الدراسة وهو المنعطفات المعمّقة في الجزء الادنى من وادي الشلالة (احد روافد نهر اليرموك) والذي لم يدرس كموضوع جيوموفولوجي.
٣. الإفادة من تقنيات Google Earth الجديدة في الوصف المورفولوجي للمنعطفات النهرية.

وستضم الدراسة الفصول التالية:

الفصل الأول: أهمية الدراسة ومنهجها.

الفصل الثاني: الخصائص الطبيعية في منطقة الدراسة.

الفصل الثالث: الاشكال الارضية في منطقة الدراسة .

الفصل الرابع: توزع المنعطفات النهرية المعمقة في وادي الشلالة وخصائصها.

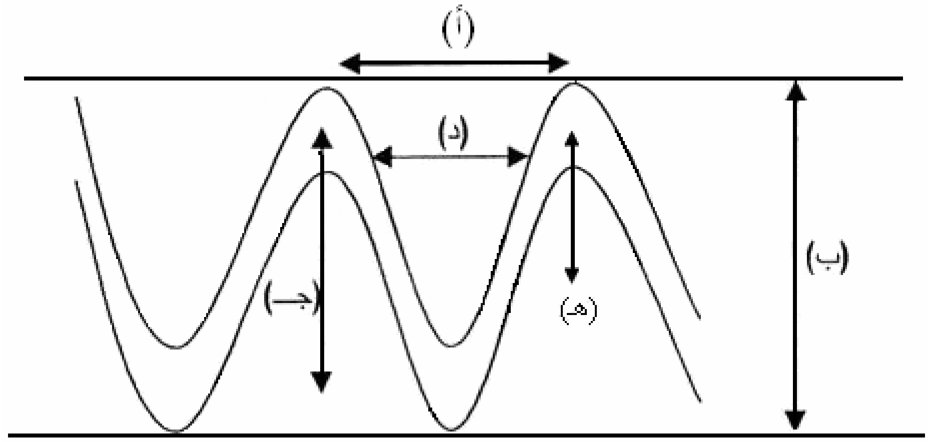
منهجية الدراسة:

اعتمدت هذه الدراسة على المنهج الوصفي وذلك من خلال العمل المكتبي وتشمل:

١. مراجعة الدراسات السابقة.
٢. جمع البيانات المناخية الخاصة بمنطقة الدراسة.
٣. الحصول على الخرائط الطبوغرافية مقياس (١: ٢٥٠٠٠) (١: ٥٠٠٠٠) استخدمت لتحديد منطقة الدراسة وتحديد نقاط الإحداثيات.
٤. الحصول على خريطة جيولوجية مقياس (١: ٥٠٠٠٠). والتي تم استخدامها للتعرف على التكوينات الصخرية في منطقة الدراسة والبنية الجيولوجية.
٥. استخدم غطاء من الصور الجوية لعام (١٩٧٨) مقياس ١: ١٠٠٠٠ لدراسة التغيرات التي طرأت على المجرى ومقارنتها مع المجرى عام (٢٠٠٤).

٦. وكذلك استخدمت صور الأقمار الصناعية المتاحة من خلال برمجية Google Earth (٢٠٠٤) التي تم تدوين فروق الارتفاع والمسافات الأفقية من خلالها علـــى امتـــداد المقطع العرضي لكل منعطف لمعرفة درجات انحدار جوانب الأودية.

٧. واستخدمت مرئية Quick Bird لعام (٢٠٠٤) لدراسة خصائص كل منعطـــف وتـــم بناء قاعدة معلومات من خلال برنامج Are View أساسها الرســـم الآلـــي لمجـــرى الوادي ثم توقيع نقاط عددها مساوية لعدد المنعطفات(٦٣ منعطف) بحيث تتوسط كل نقطة منعطف، وجرى بعد ذلك قياس البيانات الوصفية لكل منعطف كما فـــي الـــشكل (٢) .



شكل ٢ . الخصائص الهندسية للمنعطفات

المصدر : Morisawa,1981

أ = طول المنعطف

ب = نطاق المنعطف

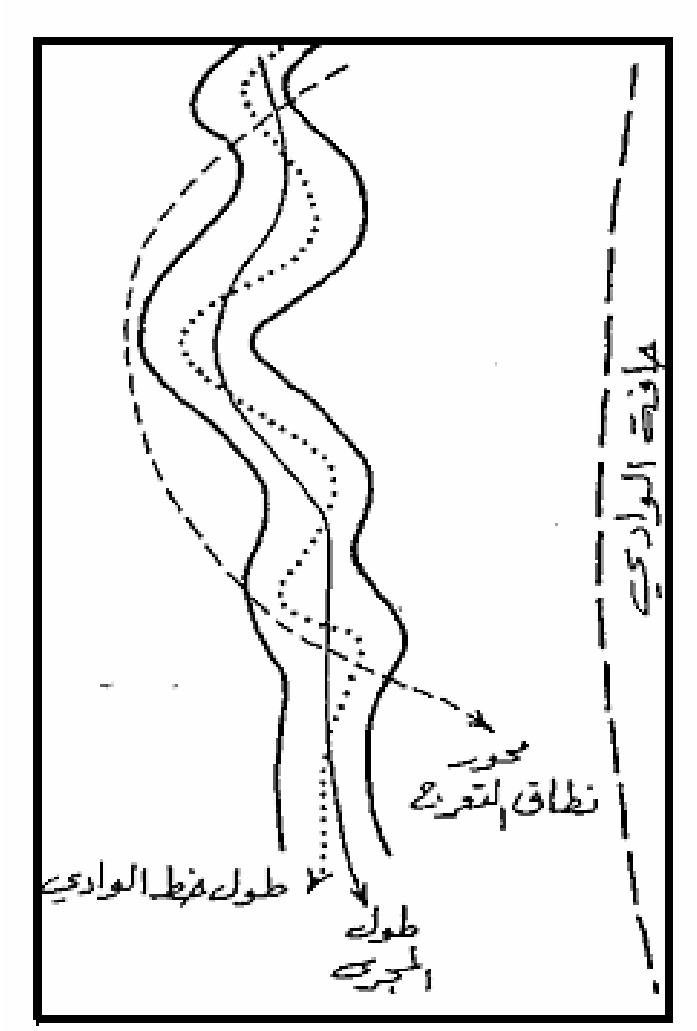
ج = طول موجة المنعطف

د = طول رقبة المنعطف

هـ = نصف قطر التقوس

وحسب معامل التعرج (Sinuosity Index) = طول خط الوادي / طول الوادي كما فـــي الشكل (٣).

وبعد ذلك تم إدخال البيانات إلى قاعدة المعلومات وجرت عملية معالجتها.



شكل ٣ . بعض المصطلحات المتعلقة بالتعرج

المصدر : Morisawa , 1973

٨. استخدم جهاز ستيريوسكوب لإجراء تحليل مكتبي للصور الجوية قبل الدراسة الميدانية وتم رسم الأودية والطرق والظواهر الموجودة في الصور ومن ثم يتم الدراسة ميدانياً للتأكد من دقة الصور ومقارنتها من الخرائط الطبوغرافية ومن ثم يتم تثبيت الظواهر التي تم التعرف عليها على ورق شفاف في نفس الموقع الذي تشغله على الخريطة الطبوغرافية مع إعطائها الرمز المناسب داخل مفتاح الخريطة الجيومورفولوجية.

نشأة المنعطفات النهرية وخصائصها :

تعد المنعطفات النهرية إحدى أنماط سلوك الأنهار والتي حظيت بكثير من اهتمام الجيومورفولوجين لمعرفة أسباب نشأتها وخصائصها ويقصد بالتعرج:

امتداد جزء من النهر على شكل قوس ويكون هذا التقوس طفيفاً في بداية مرحلة النضج، ويصبح التقوس شديد الوضوح في أواخر النضج أو في مرحلة الشيخوخة (جاد ، ١٩٨١). وترتبط نشأة المنعطفات بعوامل معقدة ولم تتضح بشكل كامل حتى الآن ولكن آلية الترسيب والحت في جوانب الودي واضحة، فالتيار الرئيسي ينحرف باتجاه الضفة المقعرة من المنعطف بكامل قوته فيتأثر ذلك الجانب بقوة التيار فيعظم النحت الجانبي فيه، مما يؤدي إلى تراجع ذلك الجانب ومن ثم توسيع نطاق المنعطف بينما يحدث تيار رجعي ينشأ عن اصطدام التيار المائي الرئيسي بالجانب المقعر، فتضطر المياه إلى الارتداد سفلياً ومعها الرواسب التي تم نحتها من الجانب المحدب من المنعطف حيث يحدث إرسابها.

وترتبط ظاهرة المنعطفات النهرية بتكوين البحيرات المقتطعة OX – Bow Lake وتحدث عندما يقوم التيار المائي باختراق عنق المنعطف عن طريق النحت في ضفتي المنعطف المقعرتين ويكون التيار المائي مجرى جديد مستقيم وقصير ويسمى المنعطف عندها بالمنعطف المقطوع Cut – off اقتطع من المجرى.

وعندما تزداد الترسبات التي تفصل بين المجرى الجديد وطرفي المنعطف المقطوع فيظهر المنعطف المقطوع على شكل بحيرة هلالية OX – bow lake.

١. المنعطفات الحرة Free Meanders: وهي المنعطفات المرتبطة بالأودية ذات القاع العريض المفتوح المحدد بجانبين شديدي الانحدار وعاليين نسبياً والمؤلفة أرضها من م واد لحية طرية رسبتها المجاري المائية وقد سميت بالحرة لأنها تتلوى وتتحرك يمنه ويسره متقدمة نحو المصب. (عبد السلام، ١٩٨٠).

٢. المنعطفات المتعمّقة Incised Meanders: قد يشتد النحت الرأسي حينما يتجدد شباب النهر، بحيث يستطيع نحت منعطفاته خلال رواسب سهلة الفيضي، بل وخلال الأساس الصخري الذي ترتكز عليه، فتتخذ المنعطفات مظهراً جديداً، فتتسم جوانبها بشدة الانحدار، وتعرف حينئذ بالمنعطفات المتعمقة Incised Meanders.

(عبد السلام، ١٩٨٠)

وتنقسم المنعطفات المعمّقة إلى نوعين:

١. المنعطفات المعمّقة Entrenched Meanders: وتبدو جوانبها شديدة الانحدار، ولكنها (الجوانب) تكون منتظمة متماثلة الانحدار، وهي نمط غير شائع الوجود. وينشأ هذا النمط نتيجة لنحت رأسي سريع في المنعطفات، سببه هبوط سريع ومستمر في مستوى القاعدة.

٢. ومنعطفات غير متماثلة انحدار الجوانب Ingrown Meanders، وفي مثلها نجد أحد جوانب المنعطف شديد الانحدار، وهو الجانب المقعر، بينما جانبها المحدب (لسان المنعطف أو سفحها المعزول Slip-Off-Slope) هين الانحدار وينشأ هذا النمط حينما ينحت النهر المنحنى رأسياً لكن بصورة تدريجية، وفي ذات الوقت يوسع منعطفاته بالنحت الجانبي. ولهذا فإن من أهم خصائص هذا النمط الثاني تكوين ما يسمى "لسان المنعطف أو السفح المعزول"، الذي تبدو عليه أحياناً مظاهر التدرج Terracing في شكل مصاطب.

وتختلف أسباب نشأة المنعطفات من منطقة إلى أخرى حسب معطيات المنطقة وخصائصها ومنها:

١. يكون قلة الانحدار سبب نشوء المنعطفات فيلجأ النهر إلى الانعطاف عندما يصبح غير قادر على تعميق مجراه بسبب ضعف الانحدار (البحيري، ١٩٩١م).

٢. تؤدي وجود الحواجز والعوائق في المجاري المائية إلى انعطاف المجرى المائي (Leopold, 1964).

٣. وفي بعض الحالات تلعب جيولوجيا المنطقة دوراً مهماً في تكوين المنعطفات فنوع الصخر يؤثر ففي حالة وجود صخور لينة فأن عملية الحت تزداد ويحدث الترسيب عند الصخور الصلبة مما يؤدي إلى حدوث المنعطفات وكذلك فإن وجود الشقوق والفواصل يسهل عمل النحت التي يقوم بها المجرى المائي وسيره باتجاه الشقوق والفواصل هذه مما يؤدي إلى تكوين مجرى مائي متعرج (Morisawa, 1973).

أما فيما يخص منعطفات منطقة الدراسة فهي من المنعطفات المعمّقة غير متماثلة الانحدار والسبب في نشأتها يعود إلى عوامل مركبة لعل من أهمها تغير مستوى الأساس بسبب هبوط بيئة المصب أو ارتفاع أراضي الحوض .

الفصل الثاني

الخصائص الطبيعية في منطقة الدراسة

الخصائص الطبيعية في منطقة الدراسة

ترتبط دراسة الخصائص المورفومترية للأحواض المائية بدراسة الخصائص الطبيعية وبشكل خاصة المناخ، الغطاء النباتي، التركيب الصخري والتربة. وسيتم مناقشة هذه الخصائص في منطقة الدراسة وبيان تأثيرها في الخصائص المورفومترية.

١ – الجيولوجيا

وتشمل دراسة التكوين الصخري والبنية الجيولوجية في منطقة الدراسة

١ . أ . التكوين الصخري:

تغطي المنطقة الصخور الرسوبية التابعة لمجموعة البلقاء – التي يتراوح عمرها من المسترختيان (كريتاسي) إلى إيوسين أوسط (العصر الثلاثي) – والرسوبيات السطحية من عمر البلايستوسين – هولوسين، باستثناء تكشفات موضوعية من الصخور البازلتية تغطي حواف وادي الشلالة في بعض الأماكن والجدول (١) لتوضيح الصخور المتكشفة في منطقة الدراسة.

الجدول ١ . الصخور المتكشفة في منطقة الدراسة

العصر	المجموعة	التكوين
الرباعي	البلقاء	الرسوبيات السطحية (Superficial Deposits)
الثلاثي / الايوسين		وادي الشلالة الطباشيري (Wadi Shallala Chalk Formztion – WSC)
		أم الرجام الصواني الجيري (Umm Rijam Chert Limestone Formation URC)
الكريتاسي		الموقر الطباشيري Muwaqqar Chalk Marl Formation– MCM)

المصدر: سلطة المصادر

١ . أ . ١ . تكوين الموقر الطباشيري المارلي

(Muwaqqar Chalk Marl Formation – MCM)

يعتبر هذا التكوين أقدم الصخور المتكشفة في منطقة الدراسة. يتراوح سمك التكوين بين ١٢٠ – ٣٢٠م في منطقة إربد وما حولها ويتكون من حجر جيري طباشيري ومارلي في جزئه الأسفل. وطباشير طرية وصلبة في جزئه العلوي، وعقيدات من الحجر الجيري ضمن مارل طيني في الأمتار العلوية منه ويتميز هذا التكوين بوجود عدسات من الصخر الزيتي طولها ١٠٠ – ٨٠٠م وتبلغ سماكتها بضعة أمتار.

وتنحصر تكشفات هذا التكوين في الجزء الشمالي من منطقة الدراسة وعلى نطاق ضيق. يرجع عمر هذا التكوين إلى عهد الماستريختيان والباليوسينم (كريتاسي – ثلاثي).

يغطي معظم المنطقة وسمكه حوالي ٢٢٠ ويتكون في فئته السفلية الكتلية من تعاقبات من الحجر الجيري الطباشيري والمارلي والصخر الزيتي وفي فئته العلوية المنطبقة من طباشير وصوان طبقي وعقدي. يرجع عمر هذا التكوين إلى عهد أيوسين (ثلاثي).

١ . أ. ٢ . تكوين أم الرجام الصواني الجيري:

(Umm Rijam Chert Limestone Formation-URC)

يغطي معظم المنطقة وسمكة حوالي ٢٢٠ ويتكون في فئته السفلية الكتلية من تعاقبات من الحجر الجيري الطباشيري والمارلي والصخر الزيتي وفي فئته العلوية المتطبقة من طباشير وصوان طبقي وعقدي. يرجع عمر هذا التكوين إلى عهد أيوسين (ثلاثي).

١ . أ . ٣ . تكوين وادي الشلالة الطباشيري

(Wadi Shallala Chalk Formzition– WSC)

يتكشف هذا التكوين في منطقة الدراسة بسماكات مختلفة قد تصل أحياناً إلى ١٢٠م، وهي طباشير بيضاء رمادية تميل إلى اللون الوردي عند تعرضها للرطوبة ذات تطبق كتلي، ويحتوي هذا التكوين على عقيدات من الباريت وطبقات رقيقة من الصوان. يرجع عمر هذا التكوين إلى عهد أيوسين أوسط – علوي (ثلاثي).

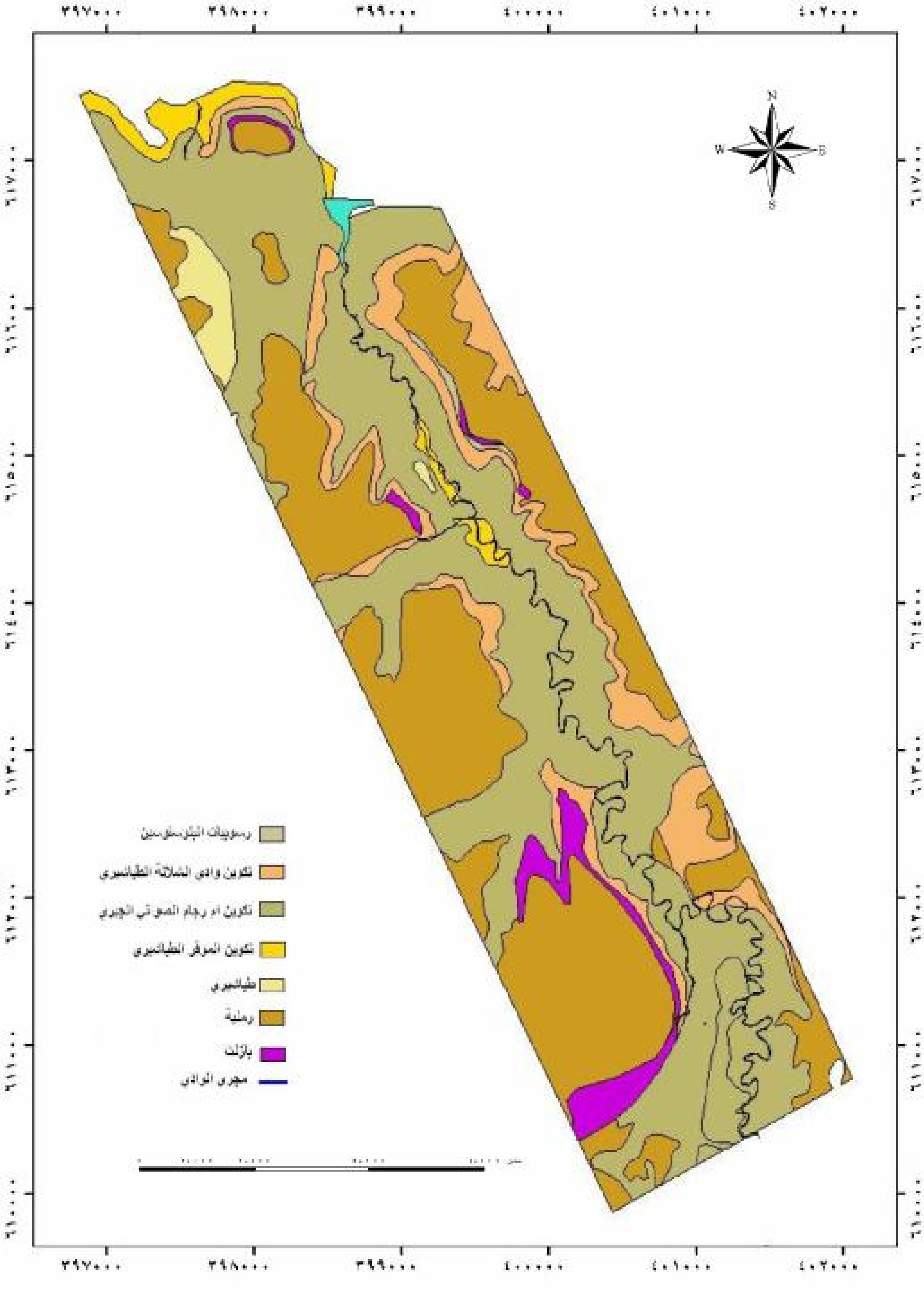
١ .أ . ٤ . **الرسوبيات السطحية**.(**Superficial Deposits**) :

يمكن تصنيف الرسوبيات من عمر البلايستوسين – هولوسين في منطقة الدراسة إلى حصى البلايستوسين (Pleistocene Gravel – Plg) والتربة (Soil – S) – التي تمثل الغطاء الأخير لكل شيء ترسب قبلها ولا بد أنها نشأت في فترة مطيرة من اللايستوسين الأعلى – وحطاميات السفوح. وقد أدى الحت السريع خلال عصري البلايستوسين والهولوسين إلى وجود منحدرات غير مستقرة عملت على تكوين بيئة مثلى الانزلاقات الأرضية ورواسب الهشيم.

١ . أ . ٥ . **الصخور النارية (البازلت Igneous Rocks (Basalt** :

أطلق عليه بازلت اليرموك وهو على هيئة انسيابات واضحة أو مصطبة على طول نهر اليرموك. وهو بازلت أوليفيني قلوي مثل غيره في المنطقة. ويبدو أنه اندفاع واحد وسمكه ٥-٢٥ وعمر المطلق ٧٠٠٠٠٠ مما يعني أنه من عصر البلايستوسين الأوسط.

ويظهر شكل (٤) التكوين الصخري في منطقة الدراسة .



الشكل ٤ . التكوين الصخري في منطقة الدراسة

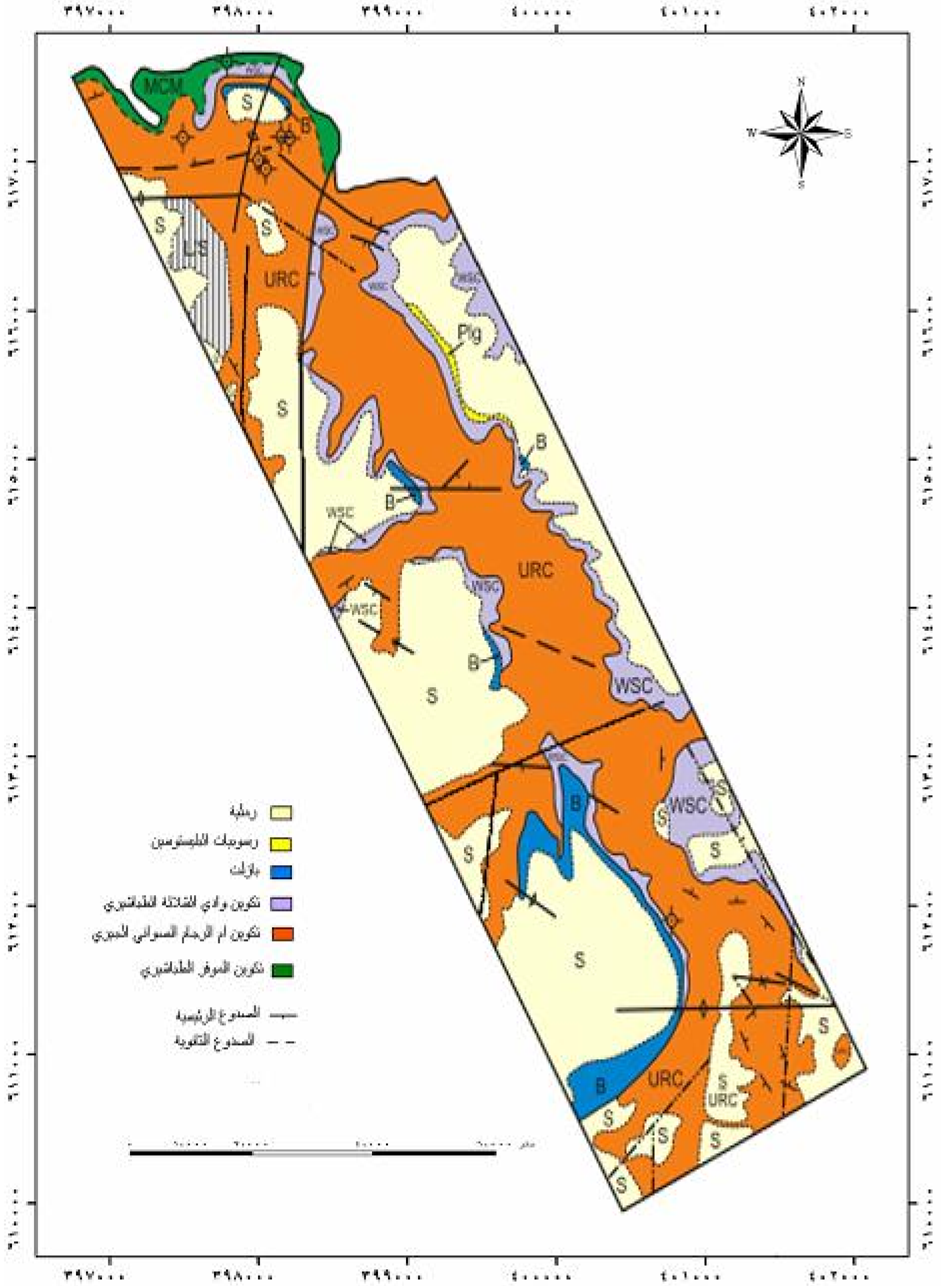
المصدر: إعداد الباحث

١ . ب . الجيولوجيا التركيبية:

تأثرت منطقة الدراسة بشكل عام بصدوع ذات اتجاه شمال غرب – جنوب شرق وهي امتداد لصدع وادي السرحان والواقع على الحدود الأردنية السعودية ويعود عمر هذه الصدوع إلى ما قبل الكمبري (Pre-Cambrian) وهي موازية لنظام صدوع هضبة نجد التي أثرت على الصحيفة العربية والإفريقية في تلك الأزمنة. وقد حصل إعادة تنشيط للحركة على هذه الصدوع عدة مرات في أزمنة جيولوجية مختلفة وآخر الحركات الرئيسية المؤثرة على المنطقة والمسجلة (٥٢٥ مليون سنة). وقد نتج عنها مجموعة من الصدوع المصاحبة لهذه الحركات اندفاعات من الصخور البازلتية المتواجدة في المنطقة.

يظهر في منطقة الدراسة صدوع ذات اتجاهات مختلفة أهمها اتجاه (غرب – جنوب) شرق موازية لصدع السرحان وأخرى ذلك اتجاه شرق – غرب وهي بمسافات قليلة أحياناً، وامتداد لعدة كيلومترات.

أن نظام الصدوع والطيات الصخرية المختلفة سهلت عمليات انجراف الكتل الصخرية وعمليات الحت للصخور قليلة الصلابة مما شكل بعض الأودية الرئيسية ومنها وادي الشلالة. ويظهر الشكل (٥) الصدوع المؤثره في منطقة الدراسة .



الشكل ٥ . الصدوع المؤثرة في منطقة الدراسة

المصدر : سلطة المصادر

٢ . الخصائص الجيومورفولوجية

وتشمل دراسة الخصائص المورفومترية والخصائص الشكلية للشبكة المائية .

٢ . أ . الخصائص المورفومترية للشبكة المائية:

وتم قياس الخصائص المورفومترية للشبكة المائية التالية في منطقة الدراسة:

٢.أ.١. تحليل الرتب وإعداد المجاري المائية:

وتتم تحديد الرتب في وادي الشلالة وفق طريقة Strahler حيث وجد أن الوادي ينتمي للرتبة الخامسة وفيما يلي بيان لخصائص هذه المراتب كما في الشكل (٦):

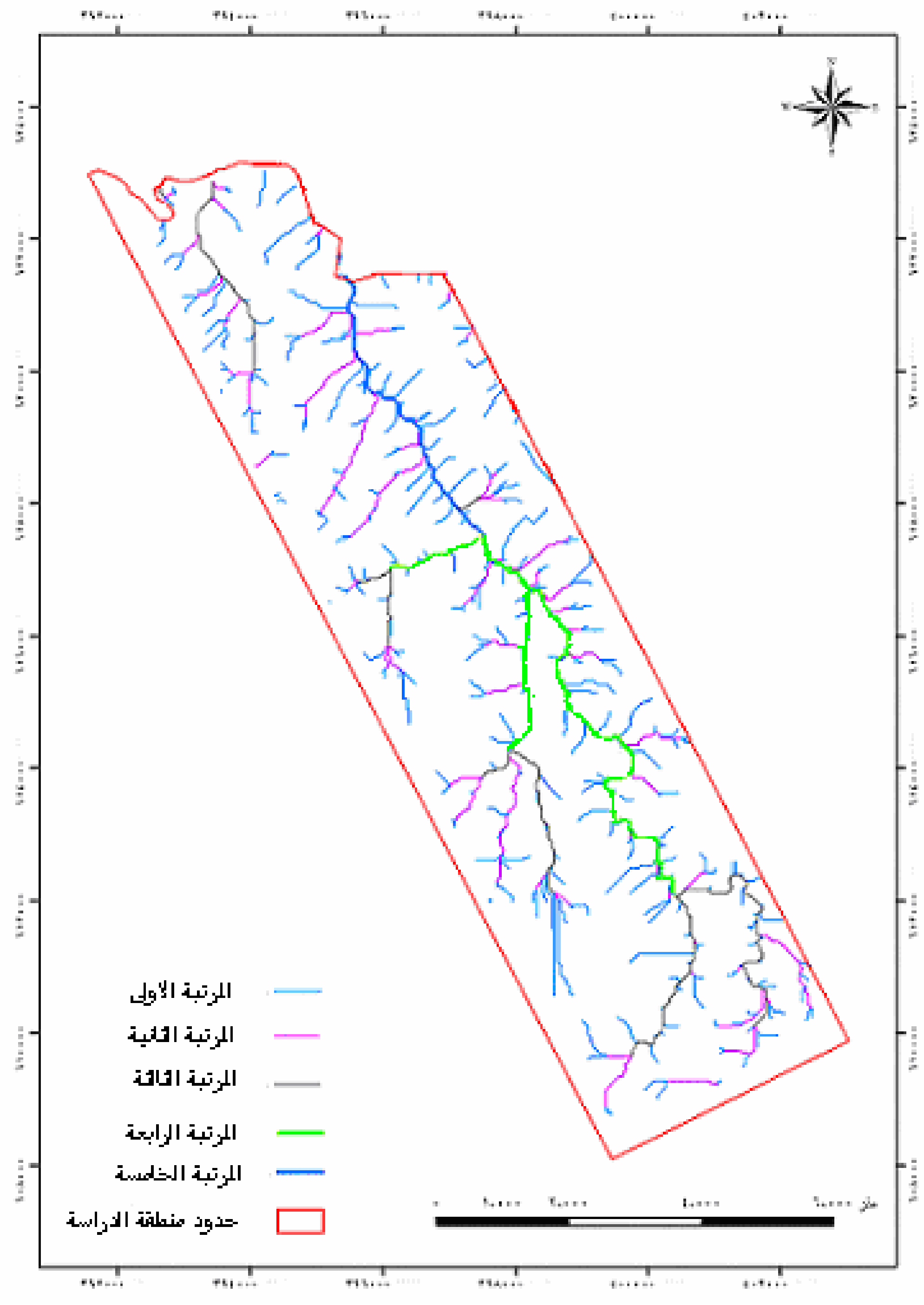
١. **الرتبة الأولى**: بلغ مجموع إعداد الأودية من المرتبة الأولى ٢٥٥ وادي وبلغ متوسط طول هذه الأودية ٧٣م وتعد هذه المرتبة هي الأكثر عدداً، وتبلغ نسبتها من باقي الرتب المائية ٨٢,٧% ونسبة تشعب هذه الرتبة ٤,٩٠.

٢. **الرتبة الثانية**: وبلغ مجموع إعداد الأودية من هذه المرتبة ٥٢ وادي وبلغ متوسط طول هذه الأودية ٦٣م، وتبلغ نسبتها من باقي المراتب المائية ١٦,٨% ونسبة تشعب هذه المرتبة ٧,٤٢.

٣. **الرتبة الثالثة**: يبلغ مجموع إعداد الأودية من المرتبة الثالثة ٧ أودية وبلغ متوسط طول هذه المرتبة ٥٩م، وتبلغ نسبتها من باقي المرتب المائية ٢% ونسبة تشعب هذه المرتبة ٢,٣.

٤. **الرتبة الرابعة**: يبلغ مجموع إعداد الأودية من المرتبة الرابعة ٣ أودية وبلغ متوسط طول هذه المرتبة ٥٨م، وتبلغ نسبتها من باقي المرتب المائية ٩% ونسبة تشعب هذه المرتبة ٣.

٥. **الرتبة الخامسة**: ويبلغ طول هذه المرتبة ٦كم، وهي تمثل المجرى الرئيسي لوادي الشلالة.



الشكل ٦ . الراتب النهرية في منطقة الدراسة

المصدر : إعداد الباحث

٢.أ.٢. التكرار النهري Stream Frequency :

وهي من المعايير الهامة في دراسة المرفومترية، وهي تشير إلى مدى تكرار المجاري المائية في وحدة المساحة الثابتة ويحسب التكرار النهري من خلال المعادلة التالية:

التكرار النهاري = عدد المجاري المائية بجميع رتبها (سلامة، ١٩٨٠)

مساحة الحوض كم٢

وتبلغ تكرارية المجاري المائية في حوض وادي الشلالة ٥ مجرى / كم٢ وهي نسبة معتدلة. وتزداد تكرارية المجاري بالاتجاه نحو المصب فتبلغ أعلى تكرارية في المقطع الثالث وتساوي ١٢,٨ مجرى / كم واقلها المقطع الثاني تم الأول وتبلغ تكراريهما ٥,٢٠ و ٥,٥٣ مجرى / كم على التوالي.

وتبلغ تكرارية المرتبة الأولى أكبر تكرارية في المجاري المائية وتساوي ٤,١٨ مجرى / كم وأقلها المرتبة الخامسة وتساوي ١٦. مجرى /كم.

٢.أ.٣. الكثافة التصريفية Drainage Destiny

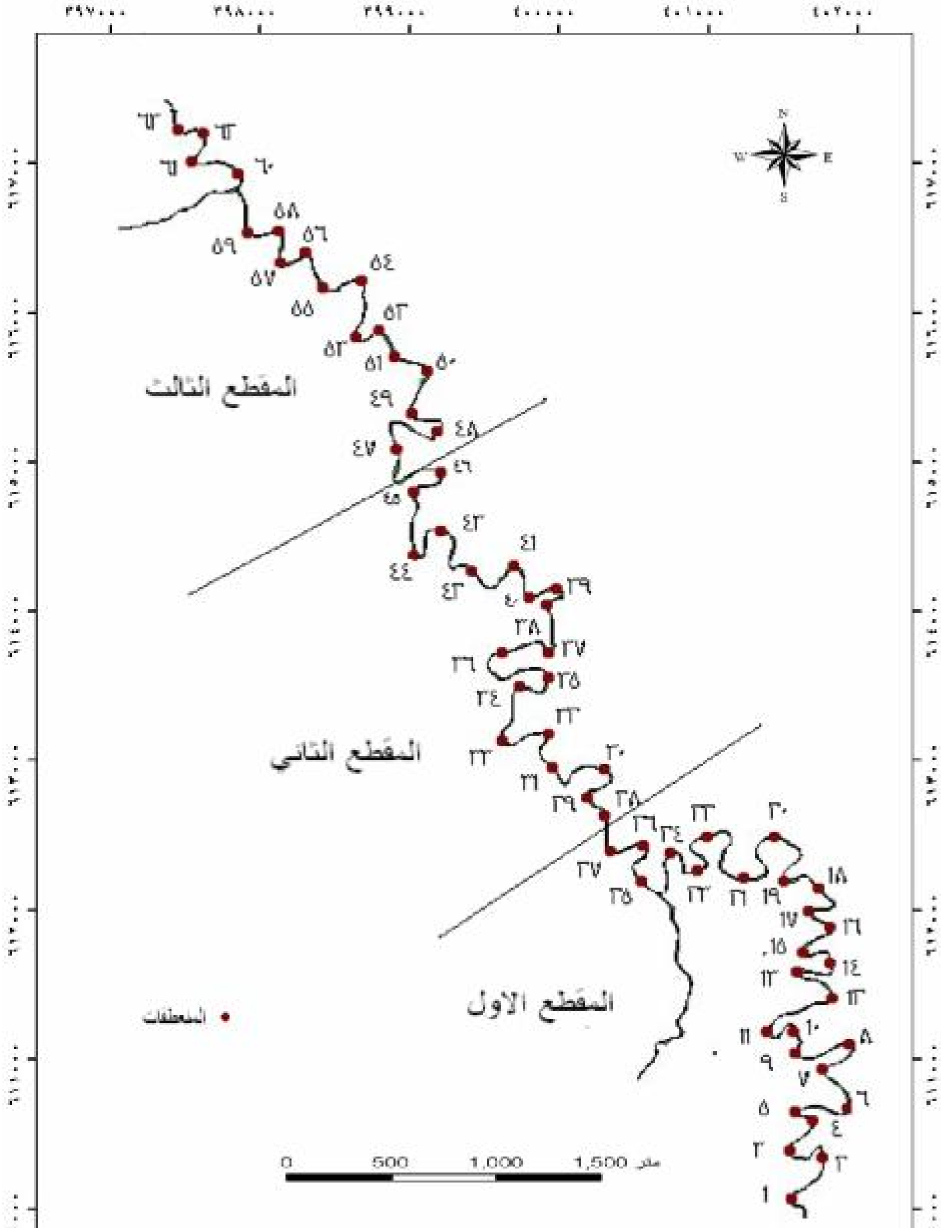
وهي العلاقة النسبية بين مجموع أطوال المجاري المائية في الحوض ومساحته، وتختلف قيمة الكثافة التصريفية من حوض لآخر حسب الظروف التضاريسية والجيولوجية والمناخية السائدة في منطقة الدراسة. وتحسب الكثافة التصريفية من خلال المعادلة التالية:

الكثافة التصريفية = طول المجاري المائي بجميع رتبها / كم

مساحة الحوض / كم٢.

وبلغت الكثافة التصريفية في الحوض حوالي ٢,٢٦كم / كم٢ وهي كثافة منخفضة. بسبب جريان المياه فوق الصخور الطباشيرية التي تسمح بتسرب أكبر كمية من مياه الأمطار إلى الطبقات الدنيا بدلاً من الجريان السطحي.

وتبلغ أكبر كثافة التصريفية للمقطع الثاني ٢,١٨ وأقلها للمقطع الأول وتبلغ ١,٧٣. ولتسهيل مقارنة الخصائص على امتداد المجرى تم تقسم الوادي إلى ثلاثة مقاطع متساوية طول كل منها ٣,٢ كم شكل (٧) .



الشكل ٧ . المقاطع وأرقام المنعطفات المدروسة

المصدر : إعداد الباحث .

٢.أ.٤. نسبة التشعب:

ويعتبر عامل التشعب من العوامل المهمة في تحديد معدل التصريف، بحيث ترتفع قيمة وخطورة الفيضان كلما زاد معدل التشعب، وذلك لارتفاع كفاءة الشبكة المائية في نقل المياه بسرعة أكثر وزمن أقل مما يحول دون زيادة حجم الفاقد، وانخفاض قيمة نسبة التشعب تفيد في زيادة فرص السيول وتكرارها وذلك لقصر المسافة التي تقطعها المياه الجارية لتصل إلى مخرج المجرى الرئيسي (سلامة ، ٢٠٠٤). وتحسب نسبة التشعب حسب المعادلة التالية:

نسبة التشعب = عدد الأودية من رتبة معينة N

عدد الودية من الرتبة التالية N+1

وبلغت نسبة تشعب الرتبة الأولى ٤,٩، ونسبة تشعب الرتبة الثانية ٧,٤٢، ونسبة تشعب الرتبة الثالثة ٢,٣، ونسبة تشعب الرتبة الرابعة ٣.

٢.ب. الخصائص الشكلية للحوض

يساعد معرفة شكل الحوض ومدى تضرسه في تحديد العمليات الجيومورفولوجية التي أسهمت في تشكيل الحوض وإعطائه معالمه و خصائصه الحالية وستتم الدراسة شكل حوض وادي الشلالة باستخدام:

٢.ب.١. معامل شكل الحوض:

ويستخدم لتحديد انتظام طول الحوض من منطقة المنبع حتى منطقة المصب ويحسب من خلال المعادلة التالية:

معامل شكل الحوض = مساحة الحوض / كم^{٢} (سلامة، ٢٠٠٤)

مربع طول الحوض / كم^{٢}

ويبلغ معامل شكل الحول في منطقة الدراسة ٢١. وهي منخفضة جداً وهذه القيمة تجعل الحوض قريب من الشكل المثلث (سلامة، ٢٠٠٤).

٢.ب.٢. نسبة التضرس:

ويقصد بالتضرس الفارق الرأسي بين أعلى نقاط الحوض وأدناها، ويدل التضرس على مدى التخفيض الذي تعرض له السطح، أما بفعل التعرية أو بسبب الحركات التكوينية لمستوى الأساس وتحسب نسبة التضرس من خلال المعادلة التالية:

نسبة التضرس = الفرق بين أعلى وأخفض نقطة في الحوض/م

طول الحوض/كم

وبلغت هذه النسبة في منطقة الدراسة ٣٢م /كم وهي نسبة مرتفعة بسبب عمليات تجدد الشباب المتعاقبة واستمرار عمليات النحت مع انخفاض مستوى الاساس على فترات متعاقبة .

٢.ب.٣. نسبة الاستدارة:

وتدل هذه النسبة إلى مدى اقتراب أو ابتعاد الحوض عن الشكل الدائري وتحسب هـذه النسبة من خلال المعادلة التالية:

نسبة الاستدارة = مساحة الحوض / كم

~~مساحة الدائرة يساوي محيطها محيط الحوض نفسه/ كم~~٢.

فكلما كان الحوض أقرب إلى الاستدارة اقتربت القيمة الناتجة من الرقم واحـد علـى العكس من ذلك فكلما اقتربت القيمة الناتجة من الصفر دل ذلك على قلة الاستدارة وعدم انتظام الحوض وتعرج خطوط تقسيم المياه التي تشكل محيط الحوض.

وتبلغ نسبة الاستدارة في حوض وادي الشلالة(٤٣.)، ويدل هذا الرقم على ابتعـاد الحوض عن الشكل الدائري وتزداد هذه القيمة مع الزمن نظراً لتقدم الأحواض فـي دورتهـا التحتية (سلامة، ١٩٨٢).

وتكون الأحواض المستديرة أكثر عرضه لتشكل الفيضانات بعد سقوط الأمطار نتيجـة تلاقي السيول من جميع الروافد الرئيسية عند المجرى الرئيسي في وقت واحد.

٢.ب.٤. نسبة الاستطالة

وهي أحدى الخصائص الشكلية التي تقارن الحوض بالشكل المستطيل وتحـسب مـن خلال المعادلة التالية

نسبة الاستطالة = قطر دائرة مساحتها تكافئ مساحة الحوض /كم٢

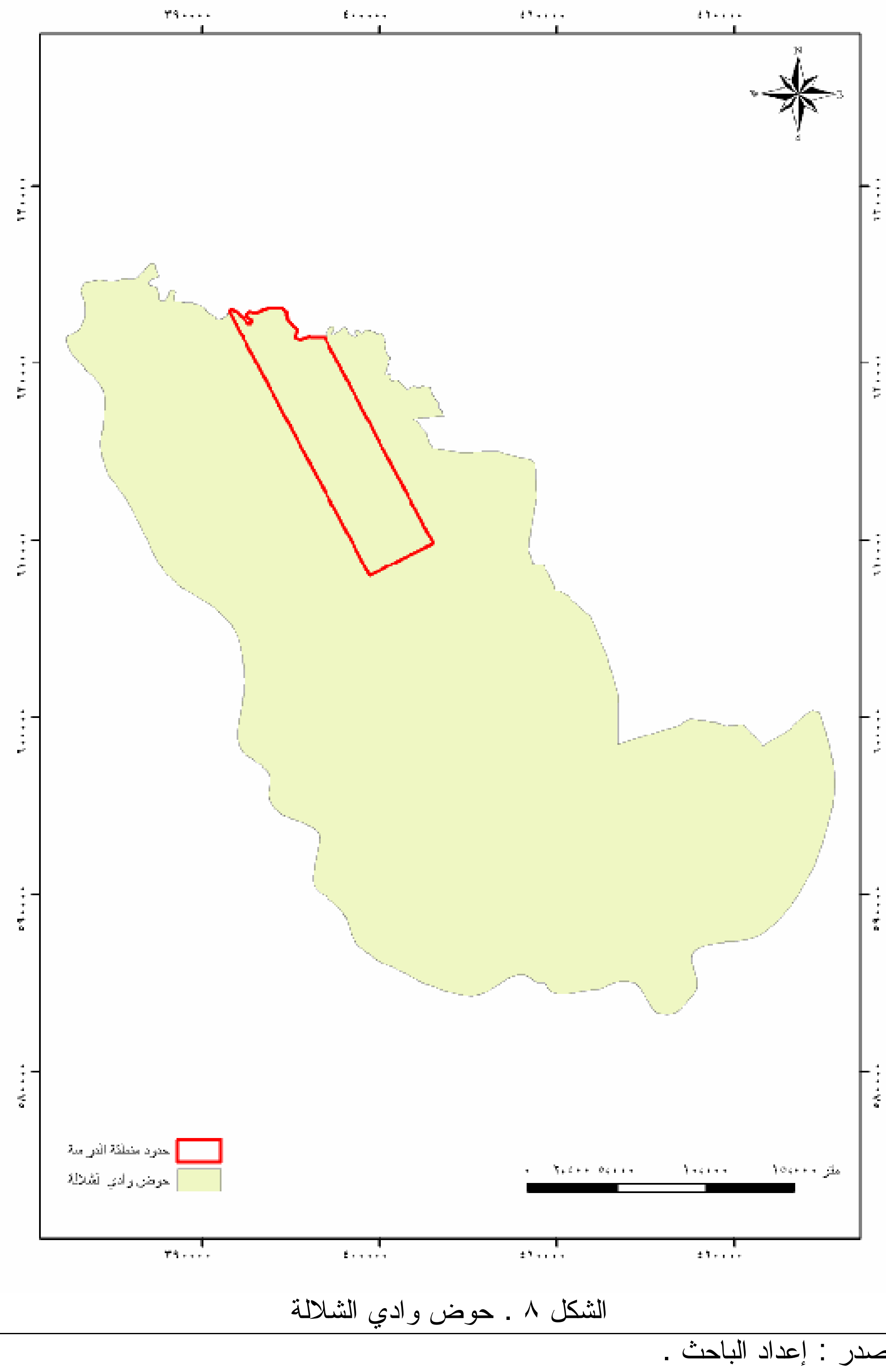
~~طول الحوض /كم~~

ويدل اقتراب نسبة الإستطالة من الرقم واحد إلى الـشكل المـستطيل وتـشير نـسبة استطالة حوض وادي الشلالة ٠,٥٥ وهي استطالة معتدلة (أبـو العينـين، ١٩٨٩). والـشكل المستطيل يقلل من فرص السيول العارمة وقت سقوط الأمطار نظراً لتوفر فرص زمنية بـين سقوط الأمطار ووصولها إلى نهاية المجرى الأمر الذي يسهم في تـسرب جـزء مـن ميـاه الأمطار وتغذية المياه الجوفية.

٢.ب.٥. المساحة الحوضية:

وتبلغ مساحة حوض وادي الشلالة نحو ٨٧٩كم[٢] أما منطقة الدراسة فتساوي ٦١كم[٢]،كما في الشكل (٨) . وترتبط مساحة أي حوض بمجموعة من العوامل منها: المناخ، نوع الصخر، عامل الزمن. ويكون تأثير المناخ في الأحواض الصغيرة المساحة أكثر من المساحات الكبيرة والسبب هو جريان مياه الأمطار على مساحات كبيرة يعرضها للتبخر والتسرب مما يقلل من قدرتها الحتية.

أما نوع الصخور التي تتكون منها الأحواض المائية فهي تؤثر في مساحتها فأحواض الصخور الرملية تتمتع بمساحات اكبر من الأحواض الجيرية بسبب سهولة الحت على العكس من أحواض الصخور البازلتية والجرانيتية التي تمتاز بالصلابة ومقاومتها عمليات الحت.



الشكل ٨ . حوض وادي الشلالة

المصدر : إعداد الباحث .

٣ . المناخ :

أن للمناخ تأثير مباشر في نشأة الأشكال الأرضية السائدة وتطورها في مناطق مختلفة من سطح الأرض وتعتبر الأنهار من أهم المظاهر ذات النشأة المناخية، وأهم العوامل المناخية المؤثرة فيها هي الأمطار والحرارة التي لها تأثير مباشر على كمية الصبيب المائي والكثافة التصريفية والحت المائي وكل هذا يؤثر بشكل مناسب على شكل الأحواض التصريفية وقد تكون الأشكال الحالية هي نتيجة الظروف الغابرة وليس المناخ الحالي فالعوامل المناخية هي ذاتها التي أثرت في السابق ولكن تختلف شدتها بين الحاضر والماضي.

٣ .أ . الأمطار:

تقع منطقة وادي الشلالة ضمن مناخ البحر المتوسط الشبه الجاف الذي يتميز بأربعة فصول صيف حار وشتاء بارد رطب.

ويوضح جدول (٢)، والشكل (٩) معدلات الأمطار الشهرية للفترة بين (١٩٧٠ – ٢٠٠٧م) للمحطات الأقرب لمنطقة الدراسة. ويظهر من الجدول الاختلاف الزماني والمكاني للأمطار فتزايد الأمطار بالاتجاه نحو الشمال الغربي وتقل بالاتجاه نحو الجنوب الشرقي، مجموع معدلات الأمطار السنوية لبلدية الطرة تبلغ ٢٧٤,٧ ملم بينما مجموع المعدل السنوي للأمطار في بلدية ذنيبية ٣٥٢,٥ ملم. وكذلك تتزايد الأمطار بالاتجاه نحو الغرب فمعدلات الأمطار السنوية في محطة إربد التي تقع إلى الغرب من الوادي ٤٦٢,٥ ملم.

أما مجموع معدلات السنوية في محطة أمطار الرمثا الواقعة شرق الوادي فتبلغ ٢٦٢,٨ ملم.

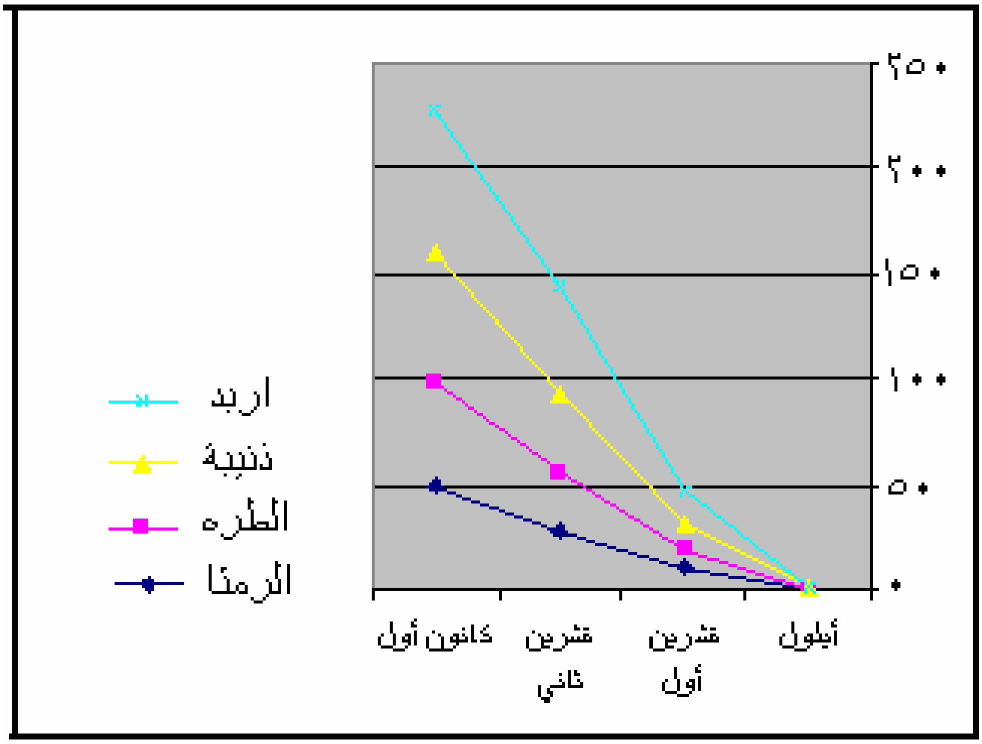
جدول ٢ .معدلات الأمطار الشهرية للفترة بين (١٩٧٠ – ٢٠٠٧م) في محطات الرمثا ، الطره ، الذنيبة ، اربد .

الشهر	**المحطات**			
	الرمثا	الطرة	الذنيبية	إربد
كانون الثاني	٤٤,٥	٥٢,٣	٦٣,٧	٩٥,٨
شباط	٦١,٧	٦١,٨	٨٦	١٢١
آذار	٤٦,٤	٤٣,٣	٥٨,٥	٧٩,٨
نيسان	٢٢,١	٢٥,٢	٣١,٤	٢٤,٥
أيار	-	٥,٣	١,٤	٦,٣
حزيران	-	-	-	-
تموز	-	-	-	-
آب	-	-	-	-
أيلول	٠,١	-	٠,٨	٠,٥
تشرين أول	١٠,٦	٩	١١,٣	١٦,٣
تشرين ثاني	٢٧,٥	٢٨,٣	٣٧٦	٥٠,٦
كانون أول	٤٩,٩	٤٩,٢	٦١,٨	٦٧,٧
المجموع	٢٦٢,٨	٢٧٤	٣٥٢,٢	٤٦٢,٥

المصدر: وزارة الزراعة

ومن خلال الجدول يتضح أن

- أكثر الشهور أمطاراً شهر شباط إذ يبلغ معدل المطر ٨٢,٦ ملم / سنوياً وتشكل ٢٥% من مجموع الأمطار السنوية.
- يأتي شهر كانون الثاني بالمرتبة الثانية وتبلغ معدل أمطاره ٦٤ملم / سنوياً وتشكل نسبة ٩,٥٨% من مجموع الأمطار العام.
- يأتي شهر آذار بالمرتبة الثالثة ويبلغ معدل أمطاره ٥٧ملم / سنوياً بنسبة ١٧,٤% من مجموع الأمطار.



الشكل9 . المعدل الشهر للأمطار من(١٩٧٠ - ٢٠٠٧) في محطات اربد ، ذنيبة ، الطره ، الرمثا

المصدر : اعداد الباحث بالرجوع إلى بيانات وزارة الزراعة (٢٠٠٩)

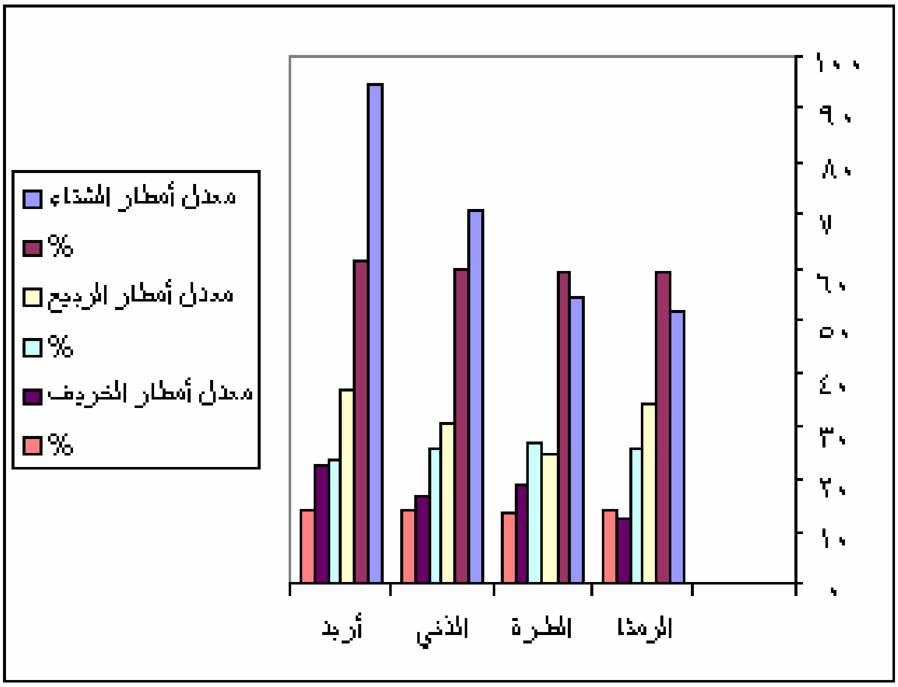
ويظهر الجدول (٣) ، والشكل (١٠) التوزيع الفصلي للأمطار .

الجدول ٣ . التوزيع الفصلي للأمطار للأعوام بين (١٩٧٠ – ٢٠٠٧)

المحطة	معدل أمطار الشتاء ملم / سنويات	%	معدل أمطار الربيع ملم / سنوياً	%	معدل أمطار الخريف ملم / سنوياً	%
الرمثا	٥٢	٥٩,٣	٣٤,٢	٢٦	١٢,٧	١٤,٥
الطرة	٥٤,٤	٥٩,٤	٢٤,٦	٢٦,٦	١٨,٦	١٣,٥
الذنيبية	٧٠,٥	٦٠	٣٠,٤	٢٥,٨	١٦,٥	١٤
إربد	٩٤,٨	٦١,٣	٣٦,٩	٢٣,٨	٢٢,٤	١٤,٥

المصدر : إعداد الباحث

- أن كمية الأمطار التي تسقط في فصل الشتاء بمعدل ٦٤,١ ملم / سنويا وتشكل بنسبة ٥٨,٨% من مجموع الأمطار السنوية.
- وتأتي أمطار الربيع في المرتبة الثانية بمعدل ٢٨,٧ ملم / سنوياً وبنسبة ٢٦,٣% من مجموع الأمطار السنوية.
- و أن أقل الأمطار في فصل الخريف بمعدل ٦ ملم / سنوياً وبنسبة ١٤,٧% من مجموع الأمطار السنوية.



شكل ١٠. التوزيع الفصلي للأمطار للفترة بين ١٩٧٠ _٢٠٠٧ في محطات الرمثا ،اربد ، الطرة ، الذنيبة .

المصدر: إعداد الباحث

تلعب الأمطار دوراً واضحاً في تنشيط العمليات الجيومورفولوجية من (حت وترسيب) في منطقة الدراسة خلال فترات التركز المطري الشديد والتي تسود في المنطقة خلال شهري كانون الثاني، وشباط، حيث تعمل الأمطار الغزيرة على تحديد السفوح وسرعة تراجعها بفعل عمليات الانهيار والتساقط الصخري.

٣.ب. درجات الحرارة:

لعنصر الحرارة تأثير في المظاهر الجيومورفولوجية والهيدرولوجية، وذلك من خلال التأثير على الصخور بفعل التباينات الحرارية التي تنشط عملية التجوية الميكانيكية التي تسهم في تشكيل وصياغة الأشكال الجيومورفولوجية في منطقة الدراسة وزيادة كمية الرواسب والمواد المفتتة. وعلى عنصر التبخر من الحوض الذي يؤثر بدوره على الصبيب المائي.

نظراً لعدم توفر بيانات عن منطقة الدراسة تم أخذ معدلات درجات الحرارة من محطة إربد للفترة بين (١٩٥٥ – ٢٠٠٨م) كما في الجدول (٤) .

الجدول ٤ . معدل درجات الحرارة في إربد للفترة بين (١٩٥٥- ٢٠٠٧م)

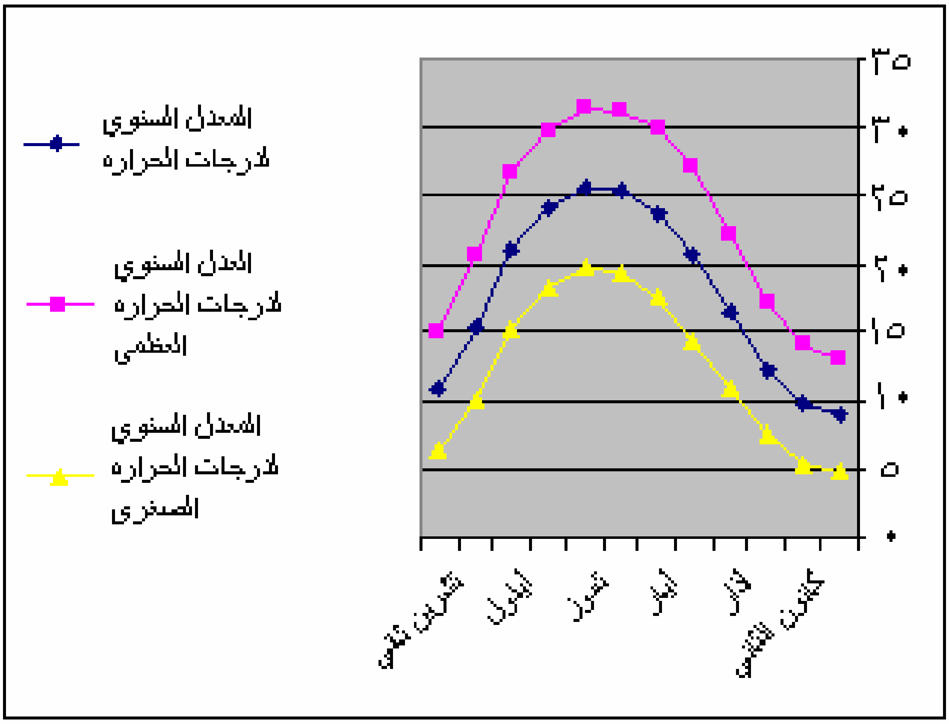
الشهر	المعدل السنوي لدرجة الحرارة م٥)	معدل درجة الحرارة العظمى (م٥)	معدل درجة الحرارة الصغرى (م٥)
كانون الثاني	٩	١٣	٤,٩
شباط	٩,٨	١٤,١	٥,٥
آذار	١٢,٤	١٧,٢	٧,٦
نيسان	١٦,٥	٢٢,٢	١٠,٨
أيار	٢٠,٧	٢٧	١٤,٣
حزيران	٢٣,٨	٣٠	١٧,٦
تموز	٢٥,٣	٣١,٢	١٩,٤
آب	٢٥,٦	٣١,٤	١٩,٨
أيلول	٢٤,١	٢٩,٨	١٨,٣
تشرين أول	٢١	٢٦,٦	١٥,٣
تشرين ثاني	١٥,٥	٢٠,٦	١٠,١
كانون أول	١٠,٨	١٥,١	٦,٤

المصدر: دائرة الأرصاد الجوية

من خلال الجدول نلاحظ :

- إن أحر الشهور هو شهر آب وأبرد الشهور هو شهر كانون الثاني، حيث تصل درجة الحرارة في شهر آب إلى ٢٥,٦°م وفي شهر كانون الثاني تنخفض إلى ٩°م). ومعدل درجة الحرارة السنوي ١٧,٩°م.
- ويبلغ معدل درجة الحرارة العظمى ٢٣,٢°م وتصل درجة الحرارة العظمى في شهر آب إلى ٣١,٤°م.
- وتبلغ معدل درجة الحرارة الصغرى ١٢,٥°م. وتصل درجة الحرارة الصغرى في شهر كانون ثاني ٤,٩°م.

والرسم البياني في الشكل (١١) لتوضيح المعدلات السنوية لدرجات الحراره في اربد .



الشكل ١١ . المعدلات السنوية لدرجات الحرارة في اربد للفترة (١٩٥٥ - ١٩٩٧)

المصدر : إعداد الباحث

٤ . النباتات الطبيعية:

تنتشر النباتات الطبيعية على طول المجرى المائي وعلى جانبي المجرى والسهل الفيضي وتتميز هذه النباتات بقلة كثافتها ونموها بشكل متباعد بسبب تعرضها للرعي الجائر والحرائق ومن أهم النباتات الطبيعية التي تنتشر في وادي الشلالة (مرار، حلفا، دفلى، زعتر بري، أقحوان، قريص، قصيب).

أما الدور الجيومورفولوجي للنبات فهو يتلقى اللطمة الأولى من قطرات المطر التي يشتت قسماً منها مباشرة في الوقت نفسه الذي يؤخر وصولها إلى السطح وبالتالي يمكن القول إن الغطاء الغابي يشكل عقبة في وجه تشكل جريانات سطحية وتعطيل نشاطها .

ولكن قد تعمل الجذور على تشقق التربة وتخلخل بنيتها مما يسهل حركة المياه ضمنها وزيادة دور هذه الجذور في الحت المائي .

٥ . التربة:

تمتاز منطقة الدراسة بصفات تربة مختلفة (حسب مشروع مسح التربة عـــام ١٩٩٣)، حيث تقع منطقة الدراسة ضمن الإقليم ٨.

وبناء عليه فقد تم تقسيم المنطقة الدراسة إلى أكثر من جزء حسب الصفات السائدة في منها.

٥ .أ . IRB/ 8 (اربد) :

تنتشر هذه التربة فوق الرسوبيات السطحية في منطقة الدراسة وتشغل ٣١ كم^{٢} أي ما يعادل ٥١% من مساحة منطقة الدراسة، وهي تربة عميقة ذات لون بني يختلف في درجاتـــه من البني الغامق إلى البني المحمر إلى البني المصفر، وهي تحتوي تشققات عميقة وعريـــضة نظراً لاحتوائها على معادن لها قابلية التمدد والتقلص بـــالأخص معـــدن المونتموررولونايـــت Montmorelointe . وهي غير مالحة مع وجود لكربونات الكالسيوم في بعـــض أجزائهـــا، وهي ذات نسيج يتراوح من طيني إلى طيني رملي، ولكونها تقع ضمن منطقة مطرية قد تصل أمطارها إلى (٣٠٠) ملم فيه تعتبر من الترب الأعلى إنتاجا فـــي الأردن وتـــزرع بـــالحبوب والأشجار المثمرة.

٥.ب. YAR/8 (يرموك) :

تتوزع هذه الترب فوق تكوين أم الرجام الصخري وتأتي هذه التربة في المرتبة الثانية من حيث المساحة التي تشغلها من منطقة الدراسة وتساوي ٢٥ كم^{٢} أي ٤١%، وتمتـــاز هـــذه الترب بلون بني إلى بني غامق مائل للرمادي أحياناً، ولكن الأجزاء الـــصغيرة منهـــا تمتـــاز باحتوائها على طبقة سطحية داكنة اللون تتواجد في بعض الأجزاء المنخفـــضة التـــي تمتـــاز بظروف صرف رديئة تساعد في عملية تجمع وتطور اللون إلى اللـــون الـــداكن، وهـــي ذات نسيج طيني إلى طيني غريني رملي ويتراوح عمقها ما بين ضحل إلى عميـــق تحـــوي فـــي معظمها على كربونات الكالسيوم وبنسب مختلفة . وتزرع بأشجار مثمرة كـــالزيتون، التـــين، العنب.

٥.ج. ANJ/8 (عنجرة) :

تتوزع هذه التربة في الجزء الجنوبي لمنطقة الدراسة على مساحة تقدر بـــ ٢,٦ كـــم^{٢} وتساوي ٤% من م ساحة منطقة الدراسة، وتظهر هذه التربة بلون بني إلى بني غامق وأحياناً مائل للصفرة أو الحمرة، ونسيجها يتراوح ما بين طيني إلى طيني غريني مزيجي، وهي مـــن

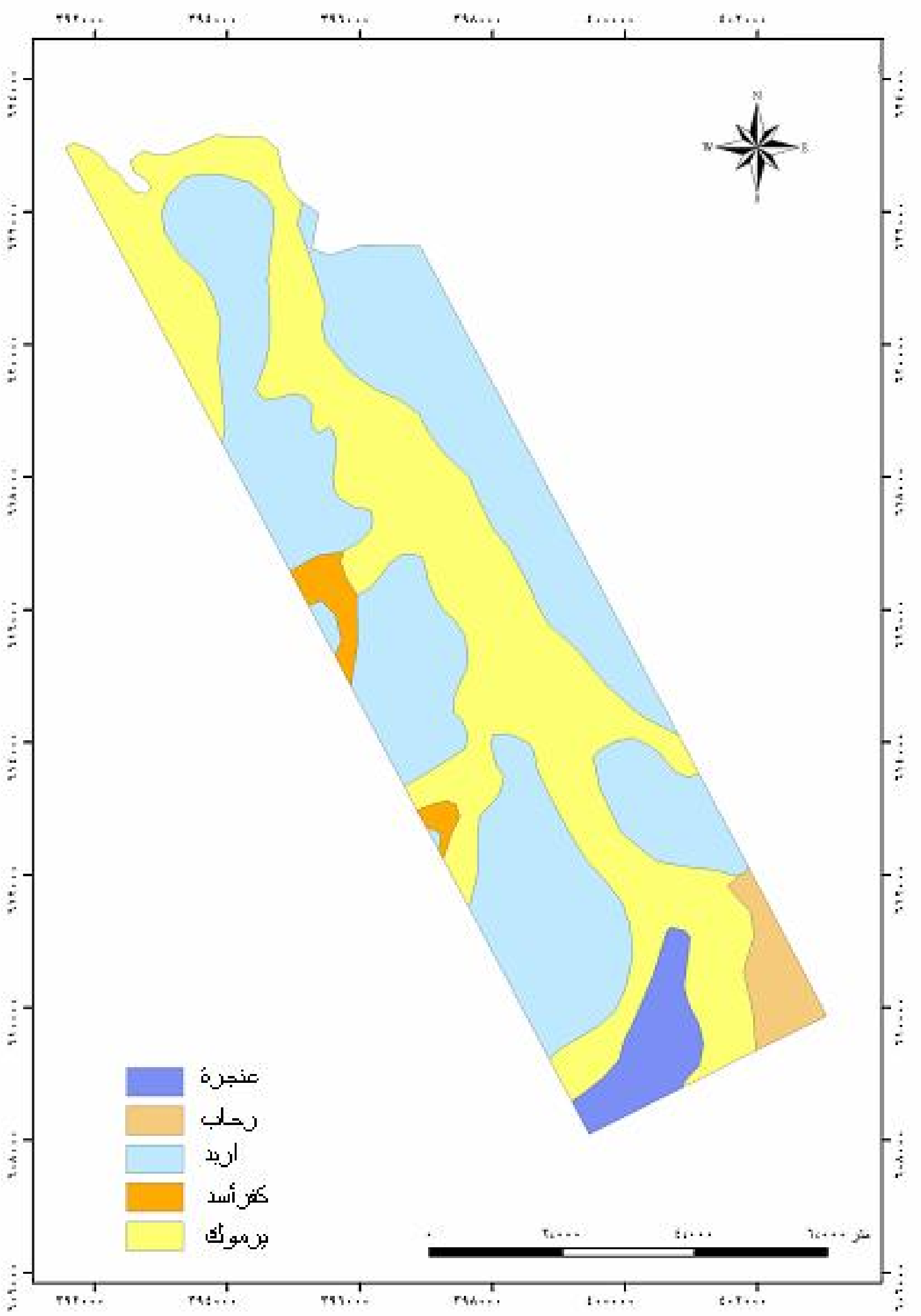
الترب الضحلة جداً في أجزاء أخرى تكون متوسطة العمق ولا تحوي أملاح وفي أجزاء منها لا تحوي كربونات الكالسيوم ولكن ترتفع النسبة في أجزاء أخرى ، وتزرع بأشجار الزيتون. وبشكل رئيسي فهي ترب الغابات وخصوصاً عندما يزيد الارتفاع عن ٣٠٠ من فوق سطح البحر ضمن نطاق الأمطار المرتفع وتستغل أحياناً كالمراعي.

٥.د. HAB/8 (رحاب) :

تتوزع هذه التربة في الجزء الجنوبي الشرقي لمنطقة الدراسة وتشغل ٢ كم٢ من مساحة منطقة الدراسة أي ما يعادل ٣% من منطقة الدراسة، ٦٥% من هذه التربة عميق وذات نسيج طيني ناعم، ولونها من بني محمر إلى بني غامق وفي أجزاء يكون الأحمر مائلاً للصفرة. وهي من الترب الضحلة جداً في أجزاء أخرى عميقة، وهي تحوي نسب مختلفة من كربونات الكالسيوم، تستغل المناطق الأكثر انحداراً فيها لزراعة الأشجار المثمرة إما المناطق الأقل انحداراً مناسبة للغابات أو تركها كمراعي.

٥.هـ. KUF/8: (كفر اسد)

تتوزع هذه الترب في مساحات صغيرة في الجزء الجنوبي الغربي وتشغل ١كم٢ من مساحة منطقة الدراسة أي ما يعادل ٢% من ماسحة المنطقة، ويتراوح لونها من بني الى البني االمحمّر إلى بني غامق، ونسيجها يتراوح ما بين طيني إلى طيني غريني، وهي تحوي نسب مختلفة من كربونات الكالسيوم، وهي مناسبة لزراعة المحاصيل الحقلية والزراعات البعلية وذلك في الأراضي ذات الميل القليل أو المستوى أما الأراضي الأكثر ميلاً فهي جيدة لزراعة الأشجار المثمرة. والشكل (١٢) يوضح تصنيف التربة في منطقة الدراسة.



الشكل ١٢ . تصنيف التربة في وادي الشلالة

المصدر :إعداد الباحث

٦ . استعمالات الأراضي:

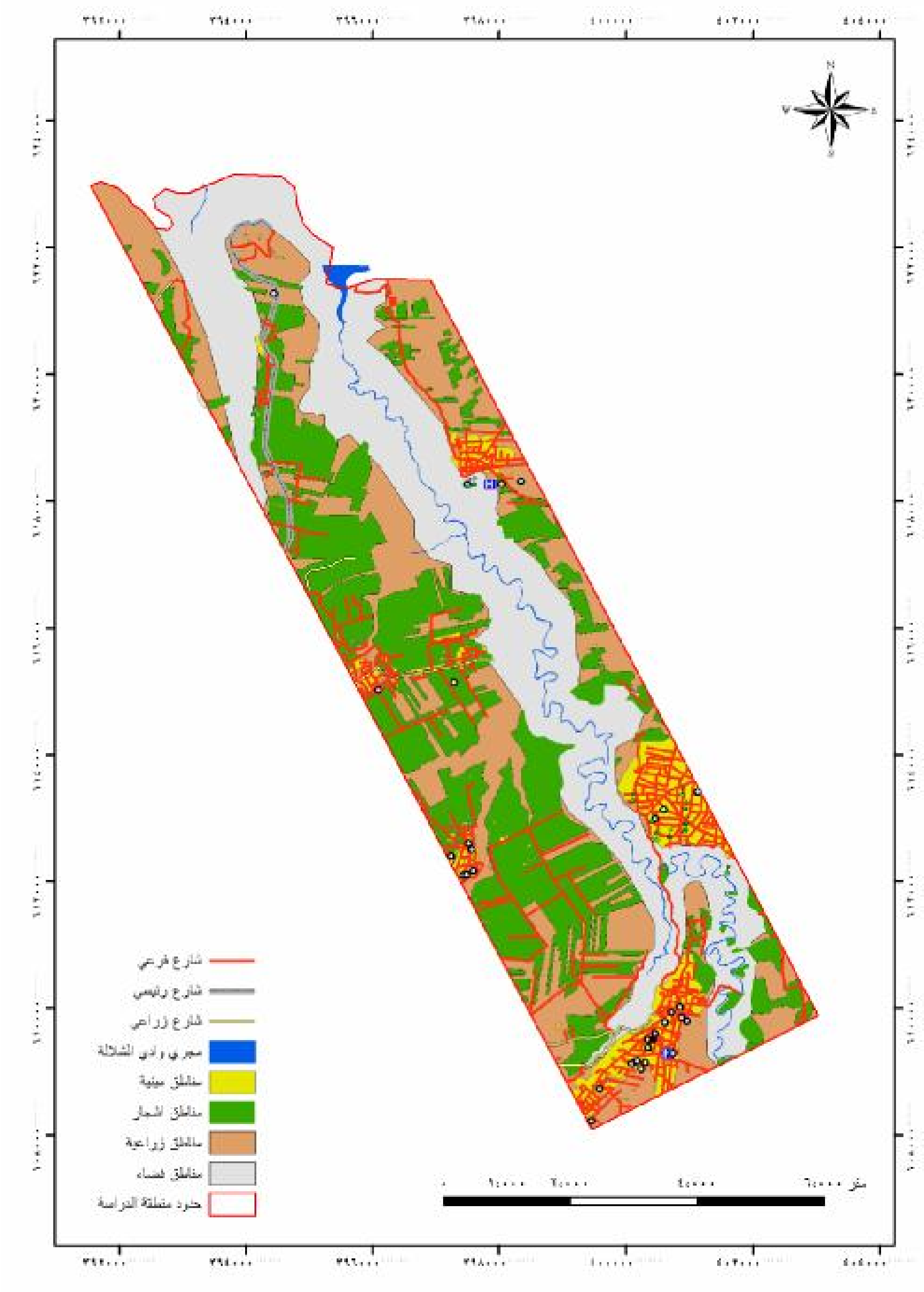
تسود في منطقة الدراسة أنماط استعمالاً الأراضي التالية كما في الشكل ٩.

٦.أ. الاستعمال العمراني والطرق:

ويشمل الأرضي المقام عليها أبنية للاستعمال السكني أو الأبنية لمصالح أخرى وتشكل هذه الأراضي حوالي ٤,٥ كم من مساحة منطقة الدراسة أي ما نسبته ٧,٥% وينتشر في منطقة الدراسة عدد من المراكز العمرانية منها المغير، الشجرة، الذنيبة، أما شبكة الطرق التي تنتشر في المنطقة منها الطرق الرئيسية، الفرعية، والزراعية ويبلغ طول الطريق الرئيسي في المنطقة ٦,٥ كم وطول الطريق الزراعي يبلغ ١٣٣ كم والطرق الفرعية يبلغ طولها ٧٠كم.

٦.ب. الاستعمال الزراعي:

وتشغل زراعة الأشجار المثمرة كالزيتون، العنب، التين، مساحة تقدر بـ ١٨,٧ كم^{٢} من مسحة منطقة الدراسة ما نسبته ٣٠,٧ % من المساحة الكلية وتنتشر هذه الزراعة على جانبي الوادي والسهل الفيضي والمصاطب. أما زراعة المحاصيل الحقلية فتشغل مساحة قدرها ١٧كم^{٢} من منطقة الدراسة بنسبة ٢٨,٣% من مساحة منطقة الدراسة ويستغل جزء من هذه المساحات كمراعي وتنتشر في المناطق السهلية أكثر.



الشكل ١٣ . استعمالات الاراضي في منطقة الدراسة

المصدر : اعداد الباحث

الفصل الثالث

الأشكال الأرضية في منطقة الدراسة

الأشكال الأرضية في منطقة الدراسة

يعتبر وادي الشلالة من المساحات الحوضية الصغيرة في الأردن إلا أن على الـرغم من صغر المساحة فإن الأشكال الأرضية والعمليات الجيومورفولوجية السائدة فيـه متنوعـة، وتم تصنيفها إلى نطاقات متشابهة مورفولوجياً، وتم التعرف عليها من خلال دراستها ميدانياً، والتحليل الستيريوسكوبي للصور الجوية، وتحليل المرئيات الفـضائية، وبنـاء عليـه قـسمت الأشكال الأرضية إلى وحدات جيومورفولوجية رئيسية لتسهيل دراستها وهي :

١ . بقايا اسطح التسوية

وهي عبارة عن مناطق مستوية سوتها عوامل التعرية الريحية والمائية، ويعتبر إحدى المؤشرات الهامة على تعمق الوادي حيث أن ارتفاع السهل عن مجرى الوادي تـراوح بـين ١٦٠-٥٠٠م حيث يزداد الارتفاع باتجاه المصب وهو أمر يؤكد على هبوط بيئـة المـصب. ويمتد هذا السهل على جانبي الوادي وبلغ أقصى عرض لهذه السطوح في الجانـب الجنـوبي الغربي ويساوي ٨٢٥م وأقل عرض لهذه السطوح كان في الجانب الشرقي للوادي وكان ٤٢م وكان اتساع هذه السطوح يزداد بالاتجاه نحو المصب حتى يصل أقصى اتساع لها من الجانب الشرقي للوادي ٣٢٩م، كما في الشكل ٢٥. وتبلغ مساحة سطح التسوية ٣٩كم^{٢} أي ما يعـادل ٦٤% من مساحة منطقة الدراسة، وتم التعرف على هـذه الـسطوح مـن الـصور الجويـة والمرئيات الفضائية من خلال خصائصها ممثلة باستواء سطحها وقلة انحدارها حيـث بلغـت درجات انحدارها أقل من درجة واحدة.

وتتميز بتربة طينية عميقة ذات لون بني يختلف في درجاته، وبسبب قلـة انحـدارها وتربتها الخصبة فهي مناسبة للزراعة وتزرع بالأشجار المثمرة وأحيانـاً تـزرع بـالحبوب، وتختلف الاستخدامات على سطوح التسوية فتستخدم أحياناً للأغراض السكنية وإقامـة أبنيـة لأغراض أخرى.

٢ . قناة المجرى :

تشغل القناة ٦,٥ % من مساحة منطقة الدراسة ويترامح عـرض هـذه القنـاة مـن ٥ – ١٧ م حيث يزداد العرض كلما اتجهنا إلى نقطة التقاء الوادي بنهر اليرمـوك . وينتـشر على جانبي الوادي مجموعة من الأشكال الأرضية التي تكاد أن تكون متماثلة بسبب تجـانس التركيب الصخري .

٣. الكهوف الكلسية

وتنتشر الكهوف الجيرية بكثرة وبأحجام مختلفة في منطقة الدراسة وتتواجد على جانبي الوادي وقمم السفوح في المجرى الأعلى للوادي.

وبسبب كثرتها وصعوبة الوصول إلى بعضها كان من الصعب إجراء القياسات لجميعها لذلك تم قياس أهم هذه الكهوف وهو كهف الجرن الموجود على الجانب الشرقي للمجرى الرئيسي، وهو من الكهوف التي ترفد المنطقة بالمياه التي تنبع من داخلة والتي لا تزال حتى الآن مجهولة المصدر وهو يتخذ الشكل القوسي حيث بلغ نصف قطر التقوس٠,٥ م أما ارتفاعه فتراوح بين ١,٥-٢م اما عمقه حتى الآن لم يصل أحد لقياس واضح له لطوله وتعذر السير فيه، وتبين الصورة (١) كهف الجرن في منطقة الدراسة.

وبسبب تواجد المياه في المنطقة قديماً ساعد ذلك على تعاقب الحضارات المختلفة عليه واتخذت من هذه الكهوف سكنا لها حيث لوحظ وجود الكهوف التي تحوي عدد من الحجرات الداخلية.

ووجد عدد من الكهوف على السفوح العليا على ارتفاعات عالية يصعب الوصول إليها حالياً وهو أمر يؤكد أن الوادي قديماً كان بنفس مستوى هذه الكهوف يوضح أحد هذه الكهوف الصورة (٢) .



صورة ١. كهف الجرن



الصورة ٢ . كهوف السفوح العليا

٤. الخدوش الكارستية (الخرافيش)

وهي عبارة عن شقوق ومفاصل على هيئة حزوز طويلة تغطي الصخور الجيرية العارية القابلة للتحلل والذوبان، تنتج هذه الحزوز عن إذابة الماء للمادة اللاحمة بين أنسجة الصخور الجيرية مما يسبب تكون حفر متصلة وغير منتظمة بحيث تظهر على صورة تحززات متجاورة يتراوح اتساعها ما بين ٥-٩ سم، وفي حالة وجود الصخور الصلبة فإنها تقاوم عمليات الإذابة بحيث تظهر على شكل بروزات تفصل بين التجاويف وبلغ معدل ارتفاعها ١٠ سم تقريباً. بحيث تعطي السطح الخارجي سمة التضرس والوعورة وعدم الانتظام بحيث تتدهور صلاحية السطح بشكل تدريجي حتى يصبح غير مناسب لأي استغلال زراعي، تظهر الصورة (٣) ، إحدى هذه الخدوش الموجودة على سفوح وادي الشيهه إحدى روافد وادي الشلالة في الجزء الأوسط من الوادي.



صورة ٣ . الخدوش الكارستية

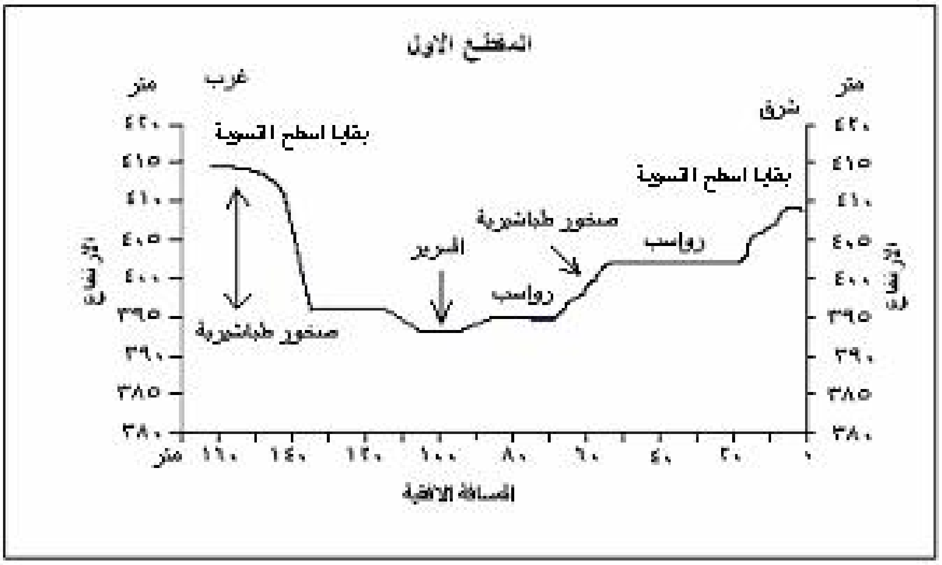
٥. المصاطب النهرية في وادي الشلالة Terraces

إن دراسة ومعرفة المصاطب النهرية لها أهمية من الناحية الجيومورولوجية، حيث تعتبر شواهد على نشاط النهر سابقاً، والمتمثل بعمليات الحت الرأسي والجانبي للنهر، ولدراسة المصاطب النهرية تم تحديد مقطعين ودراستها ميدانياً وهما كما يلي .

٥ .أ . المقطع العرضي الأول المدروس ميدانياً

ولوحظ في هذا المقطع وجود مستوين للمصاطب شكل (١٤) تقع المصطبة الأولى على ارتفاع ٤٠٢م عن سطح البحر وهي أعلى المستويات الإرسابية وأقدمها وبلغ ارتفاعها عن المجرى الحالي للوادي ١٠٠م، وتنحدر باتجاه الوادي بمعدل ٢٠ ° في الجانب الشرقي ولا يظهر لهذه المصطبة نظير في الجانب الغربي وتظهر طبقة الإرسابات النهرية القديمة في هذه المصطبة على شلك كتل حصوية كاملة الاستدارة كما في الصورة (٤).

وتقع المصطبة الثانية على ارتفاع ١٥م عن مجرى الوادي من الجانب الشرقي وتنحدر باتجاه الوادي بمعدل ٦,٨ ° أما في الجانب الغربي فإن المصطبة المناظرة لها تنحدر باتجاه الوادي بمعدل ٥°.



الشكل ١٤ . المقطع العرضي الاول

المصدر : إعداد الباحث



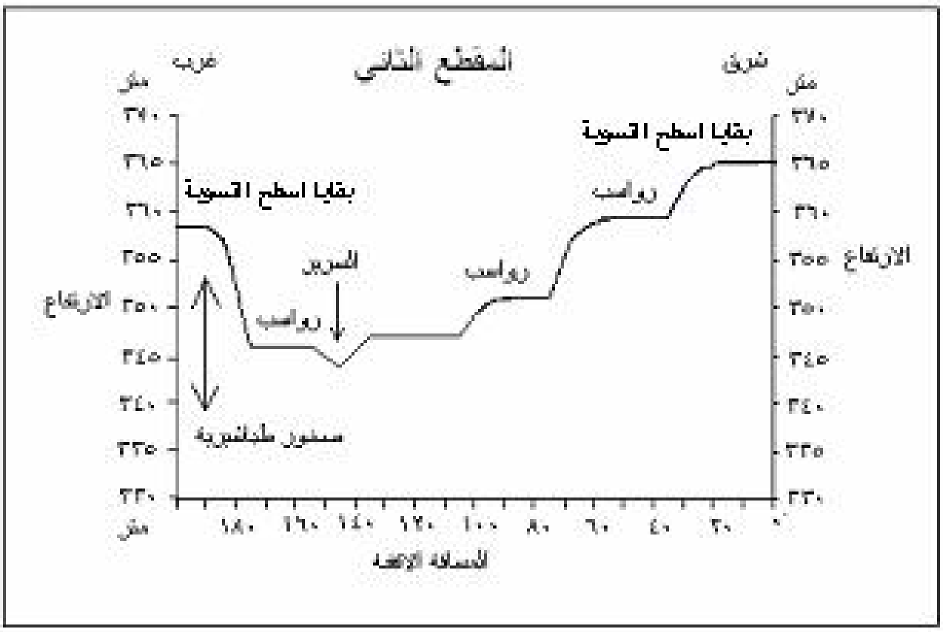
الصورة ٤ . رواسب المصطبة الأولى

٥. ب. المقطع العرضي الثاني المدروس ميدانياً

ولوحظ من الدراسة الميدانية وجود ثلاثة مستويات من المصاطب في هـذا المقطـع شكل (١٥) ، وكانت المصطبة الأولى تقع على ارتفاع ١٣٠م عن المجرى وتراوح عرضها ما بين ٦٠-٦٥م، أما درجة انحدارها ١٢,٧ ْ، اما المستوى الثـاني مـن المـصاطب كـان ارتفاعها ١٠٠م عن المجرى المائي، وبلغ أقصى عـرض لهـذه المـصطبة ٦٠م، ودرجـة انحدارها باتجاه المجرى ١٥ ْ ، بينما انخفضت درجة انحدار المصطبة الثالثة إلـى ٤ ْ، ولـم تظهر المصطبة الأولى على امتداد الوادي ولكن فقط في أجزاء منه بينما كانـت المـصطبة الثالثة تمتد على جانب المجرى.

وبلغت درجة انحدار هذه المصطبة من الجانب الغربي باتجاه المجـرى الرئيـسي ٥ ْ ، أمـا المصطبة الثانية والثالثة لا يوجد لها نظير في الجانب الغربي فبلغ معدل درجة انحدار الـسفح المقابل لهذه المصاطب من الجانب الشرقي ٢٣ ْ.

ولكن لا يعني هذا أن الجانب الغربي لم تتشكل فيه المصاطب ولكن ربما تكـون شـده الانحدار وعوامل التعرية أدت إلى إخفاء معالم هذه المصاطب.



الشكل ١٥ . المقطع الثاني

المصدر : اعداد الباحث .

٦. الجروف الصدعية

وهي من الأشكال الناشئة عن عمليات التصدع بداية ثم تأثرت بعدها بعمليات الحت النهري السائدة في منطقة الدراسة ويظهر فيما أثر الحركات التكتونية كعمليات التصدع، وتشكل هذه الجروف الروافد التي تجري المياه فوقها في فصل الشتاء وفعل المياه الجارية فيها تكثر فيها عمليات التفتيت الصخري وتستقر الكتل المفتتة في المجرى الرئيسي تنتشر هذه الجروف الأعلى من الوادي.

٧. الأودية المعلقة Hanging Valley

وهي من المظاهر التي تنتشر في المجرى الأوسط من منطقة الدراسة وهي نتيجة لاستمرار هبوط مستوى القاعدة لوادي الشلالة وتعمّقة مع عدم قدره الروافد من المترتبة الأولى على اللحاق بالمجرى الرئيسي، أما بسبب قلة الجريان المائي لهذه الروافد أو بسبب نوع الصخور المقاومة لعليات التعرية مثال: الصورة (٥).



الصورة ٥. إحدى الأودية المعلقة في وادي الشلالة

٨. الجدولة

ويظهر هذا النوع من العمليات الجيومورفولوجية عندما يزيد الانحدار عن ٢٠ ْ درجة حيث تصبح المياه تنحت جداول يصل عمقها إلى ٣ م وتكون متفرقة في الأعالي وتميل إلـــى التركز في الأسفل ويشغل هذا النوع من العمليات أكبر المساحات من السفوح الغربية المطلـــة على المجرى الرئيسي للوادي، وعندما تلتقي الجداول الكثيرة الهابطة من أعالي السفوح لتشكل مجرى واحد تزداد فيه المياه الجارية وتصبح قادرة على الإزالة بشكل أكبر عن طريق الحفــر الرأسي لتشكيل روافد طويلة ومعمّقة من رتب مختلفة ، كما في الصورة (٦) .



الصورة ٦ . الجدولة على إحدى السفوح المطلة على وادي الشلالة

الفصل الرابع

التوزع المكاني للمنعطفات النهرية وخصائصها

التوزيع المكاني للمنعطفات

تم تحليل الصور الجوية والخرائط الطبوغرافية بالإضافة للدراسة الميدانية لمعرفة التوزع المكاني للمنعطفات وخصائصها فبلغ عددها ثلاثة وستون منعطفاً نهرياً، بنسبة تباعد مقدارها ٦,٨ منعطف / كم حسب المعادلة التالية:

التباعد = عدد المنعطفات إلى طول الوادي بخط مستقيم (المشاعلة، ١٩٩٩م).

ولمعرفة انتظام خصائص المنعطفات على امتداد الوادي تم دراستها حسب تواجدها في المقاطع ، (الشكل٧ . - الفصل الثاني). ويوضح جدول (٥) بعض من خصائص المقاطع (عدد المنعطفات، التباعد، طول القناة، نسبة التعرج، درجات الانحدار).

جدول ٥ .خصائص المقاطع

الخصائص المدروسة	**المقطع الأول**	**المقطع الثاني**	**المقطع الثالث**
عدد المنعطفات	٢٧	١٩	١٧
التباعد (متر)	٨,٤	٦	٥,٣
طول القناة (متر)	١٠	٧	٦
نسبة التعرج	٣	٢,١	٢
الانحدار (درجة)	١,٦	١,٤	١,٢

المصدر: إعداد الباحث

ويلاحظ من الجدول أن أعداد المنعطفات تتناقص بالاتجاه نحو المصب كما تتناقص نسبتا التباعد و التعرج إلى جانب طول القناة في الاتجاه نفسه، وهو أمر يشذ عن الوضع الطبيعي للأنهار بصورة عامة التي تتزايد فيها الصفات سابقة الذكر (عدد المنعطفات، طول القناة، نسبة التعرج، التباعد) الأمر الذي يؤكد أن المنعطفات هي منعطفات معمّقة تعرض مستوى الأساس للوادي فيها إلى حركة هبوط عملت على تأكل المنعطفات عند المصب.

خصائص المنعطفات :

١ . انحدار جوانب الوادي

تتأثر كافة ظاهرات سطح الأرض الطبيعية والبشرية بعنصر الانحدار، ويمكن الربط بين الانحدار والظاهرات الجيومورفولوجية في منطقة معينة فكلما كان الانحدار شديداً، اشتد

أثر عملية النحت الرأسي للأدوية، وكلما كان الانحدار ضعيفاً، اشتد أثر عملية النحت الجانبي وعملية الترسيب.

تم قياس درجات الانحدار في وادي الشلالة من خلال الدراسة الميدانية والخريطة الطبوغرافية مقياس (١: ٢٥٠٠٠) وكذلك استخدمت مرئيات Google Earth التي تم تدوين فروق الارتفاع والمسافات الأفقية من خلالها على امتداد المقطع العرضي لكل منعطف. وتم حساب درجات الانحدار وفقاً للمعادلة التالية:

$$\text{ظا درجة الانحدار} = \frac{\text{فرق المنسوب / م}}{\text{المساحة الأفقية / م}}$$

ومن خلال تحليل البيانات تم تقسيم درجات الانحدار إلى فئات ويلاحظ أن المنعطفات التي درجة انحدارها ١٦-٢١ درجة هي أكبر فئة وتساوي ٣٦% من منعطفات وادي الشلالة بينما لا تشكل المنعطفات التي درجة انحدارها ٥-١٠ درجات سوا ٦% من منعطفات وادي الشلالة كما في الشكل (١٦).

أما النسبة الأعلى في منعطفات المقطع الأول هي المنعطفات التي درجة انحدارها ١٦-٢١ درجة وتساوي ٣٣% من منعطفات المقطع الأول و ١١% من منعطفات هذا المقطع تتراوح درجات انحدارها ما بين ٢٧-٣٢ درجة ويرتبط ذلك بحدوث الانزلاقات الأرضية.

أما المقطع الثاني فإن درجات الانحدار من ١٦-٢١ درجة هي الفئة الأعلى وتساوي ٤١% من منعطفات المقطع الثاني. أما درجات الانحدار من ٢٢-٢٦ درجة هي النسبة الأعلى وتساوي ٤٧% من منعطفات منطقة المصب.

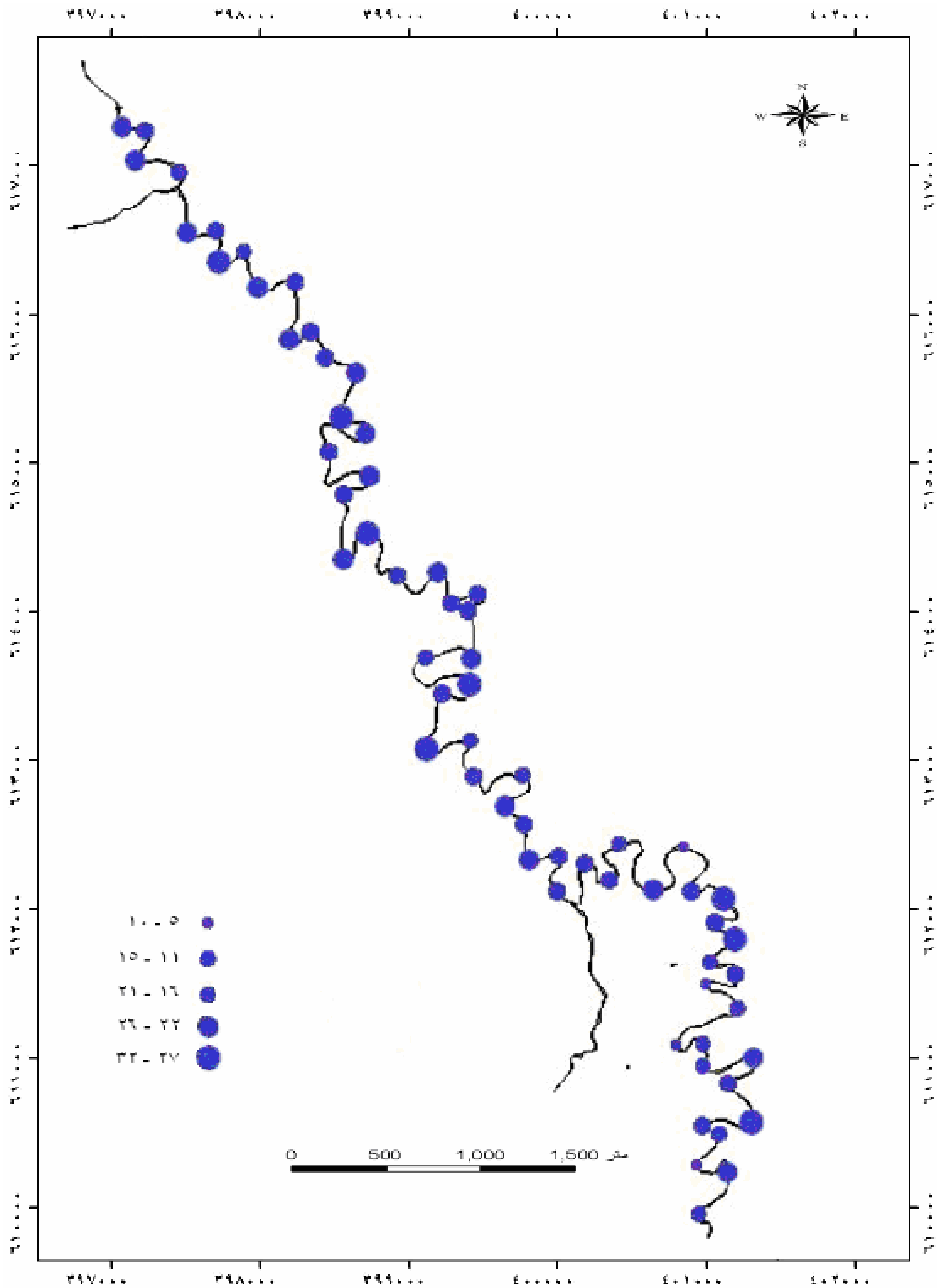
ويوضح الجدول ٦ توزع نسب فئات درجات الانحدار في المقاطع الثلاث الطويلة

الجدول (٦) توزع نسب فئات درجات الانحدار في المقاطع الثلاث الطويلة

المقاطع	**الفئات**				
	٥-١٠	**١١-١٥**	**١٦-٢١**	**٢٢-٢٦**	**٢٧-٣٢**
الأول	%١٠٠	%٥٨	%٣٩	%٢٥	%٣٧
الثاني	-	%٢٥	%٣٥	%٣١	%٣٧
الثالث	-	%١٧	%٢٦	%٤٤	%٢٥

المصدر: إعداد الباحث

يلاحظ من الجدول أن الفئة الأولى توجد فقط من المقطع الأول وأن الفئات الأخرى تتناقص نسبة تواجدها بالاتجاه نحو المقطع المصب باستثناء الفئة الرابعة فإن النسبة الأعلى من المنعطفات التي درجة انحدارها (٢٢-٢٦) هي تتركز في منطقة المصب وتشكل ٤٤% من هذه الفئة. وترتبط درجات الانحدار بنوع الصخر فوجد أن درجات انحدار الصخور البازلتية تساوي ١١ درجة بينما الصخور الرملية تقل درجات انحدارها عن درجة واحدة.



الشكل ١٦ . درجات انحدار جوانب الأودية في منطقة الدراسة .

المصدر : إعداد الباحث

٢. نصف قطر المنعطف

وتم حساب أنصاف أقطار المنعطفات (المنهجية – الفصل الأول) وهي تتراوح ما بين ٢١-١٩٠ متر وتم تقسيمها إلى ٥ فئات كما في الشكل (١٧).

ولقد تبين من تحليل البيانات أن المنعطفات التي تتراوح إنصاف أقطارها ٥٥-٨٩ متر تساوي ٤٦% من منعطفات وادي الشلالة وهي النسبة الأعلى في الوادي. ويغلب في المقطع الأول المنعطفات التي يتراوح أنصاف أقطارها ٥٥-٨٩ متر وهي تساوي ٥٦% من منعطفات المقطع الأول. أما المقطع الثاني فإن الفئة الثانية هي الأعلى وتساوي ٣٧% من منعطفات هذا المقطع. أما المقطع الثالث فيغلب عليه منعطفات أنصاف أقطارها تتراوح ما بين ٩٠-١٢١ متر وهي تشكل ٤٧% من منعطفات المقطع الثالث.

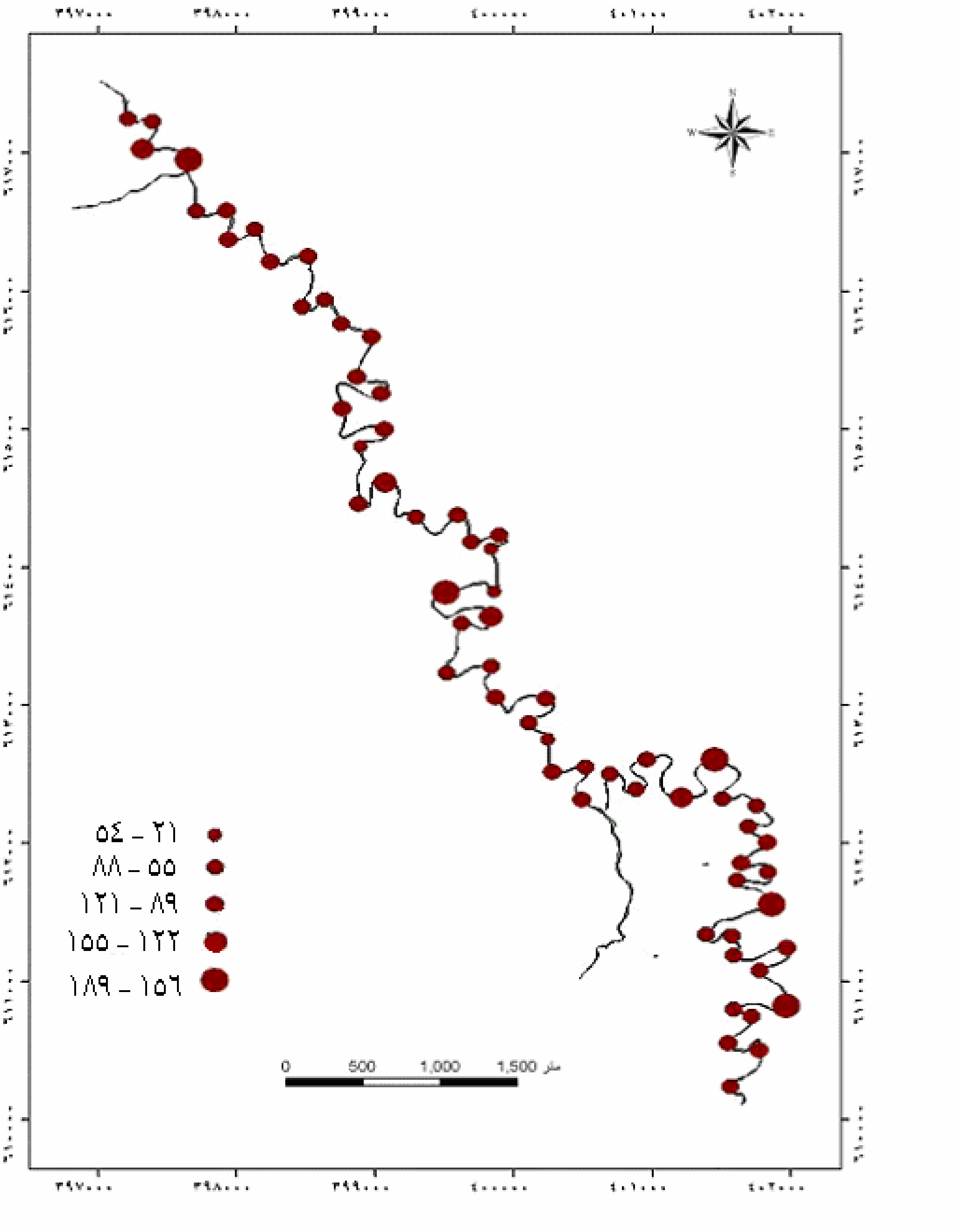
وتبلغ النسب لكل الفئات حسب توزعها على المقاطع كما يلي في الجدول ٧:

الجدول (٧) نسب توزع فئات طول نصف قطر المنعطف على امتداد المقاطع

الفئة	الأول	الثاني	الثالث
٢١-٥٤ متر	-	١٠٠%	-
٥٥-٨٨ متر	٥٢%	٢٤%	٢٤%
٨٩-١٢١ متر	٣٨%	٢٤%	٣٨%
١٢٢-١٥٥ متر	٢٥%	٥٠%	٢٥%
١٥٦-١٨٩ متر	٦٠%	٢٠%	٢٠%

المصدر: إعداد الباحث

ويلاحظ من الجدول أن الفئة الأولى تتركز فقط في المقطع الثاني والفئة الثانية يتركز ٥٢% منها في المقطع الأول، أما الفئة الثالثة فإنها تتوزع بنسب متساوية في المقطعين الأول والثالث والفئة الرابعة كذلك يتوزع ٥٠% منها في المقطع الثاني وتتوزع بنسب متساوية في المقطعين الأول والثالث، أما الفئة الخامسة فإن ٦٠% منها في المقطع الأول.



الشكل ١٧. نصف قطر المنعطف (متر)

٣ . الأقنية المهجورة (Abandoned Channels) :

وهي إحدى الظواهر الناتجة عن عمليات الحت عند عنق المنعطفات حيث تؤدي عمليات الحت إلى تآكلها حتى تلتقي نطاقات الحث المقعرة عند عنق المنعطف .

ومع استمرار الحث الجانبي يؤدي إلى أن يقوم المجرى باقتطاع العنق متخذاً مجرى شبه مستقيم. وباستخدام جهاز ستيريوسكوب المجسم تم تحليل أزواج الصور الجوية لعام

١٩٧٨م وتبين وجود قناة مهجورة عند المنعطف ٤٢ فقط. وتؤثر شكل المنعطف في تـــشكيل الأقنية المهجورة ففي المنعطفات التي تتخذ شكل الحرف اللاتيني أومغا Ω فإنه أسهل الأشكال لاقتطاع العنق المنعطف فيها لضيف رقابها ولقد تم قياس طول عنق منعطفات منطقة الدراسة وتبين أنها تتراوح ما بين ٨٥-٤٠٠م والفئة ٨٥-١٦٣ متر هــي أكثــر عرضـــة للانقطـــاع لضيقها.

وتم تقسيمها إلى ٥ فئات كما في الشكل (١٨) وتبلغ أكبر أعداد للمنعطفات التـــي يتـــراوح طول عنقها ما بين ٨٥-١٦٤ متر وتشكل ما نسبته ٤٦% من مجموع المنعطفات في منطقة الدراسة. أما أقل نسبة فهي للمنعطفات التي تزيد طول عنقها عن ٤٠٠ متر وتشكل ١,٦ مـــن منعطفات وادي الشلالة.

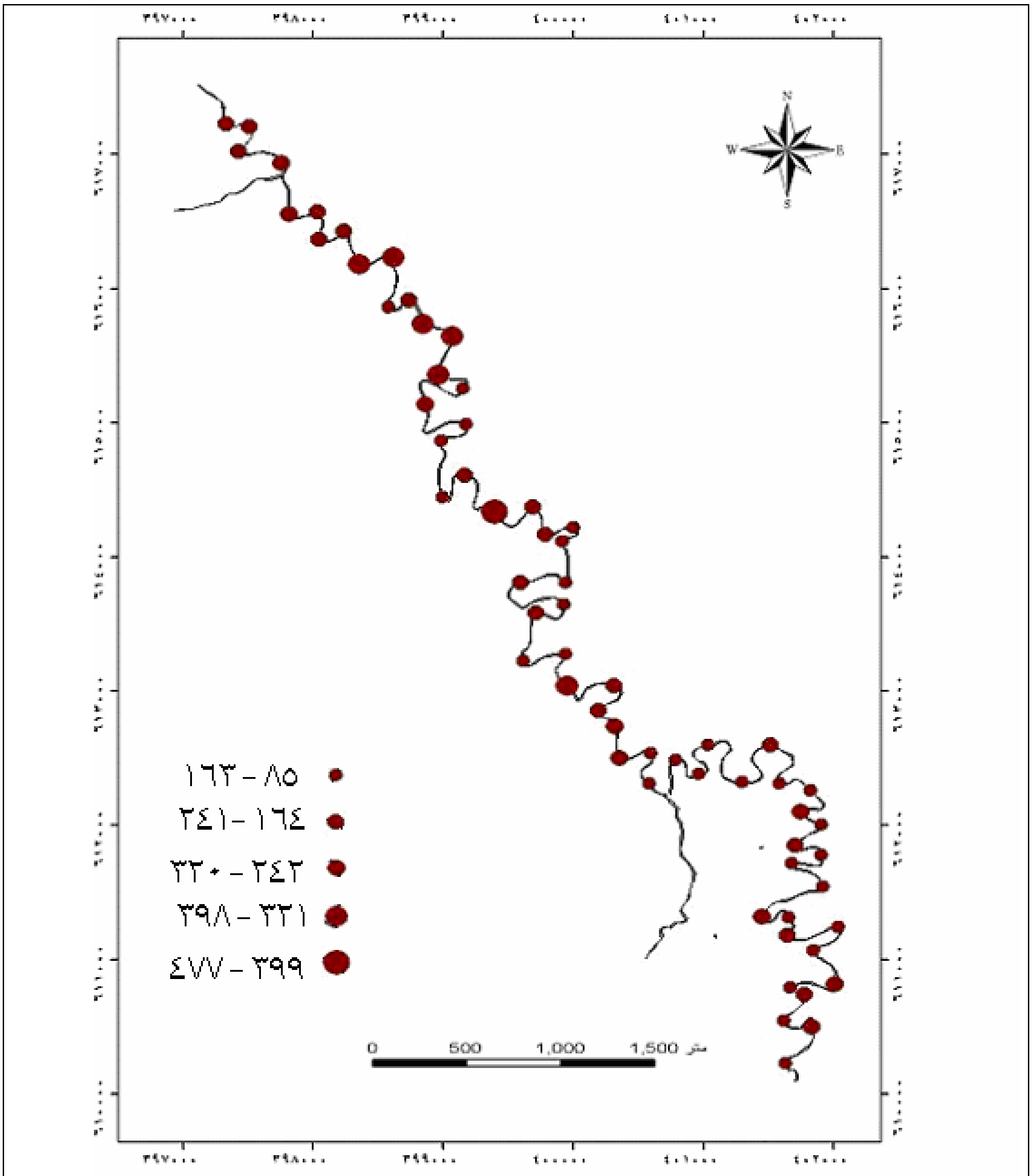
أما توزيعها على المقاطع فإن المقطع الأول يغلب عليه المنعطفات التي تتراوح طـــول عنقها ما بين ٨٥-١٦٤ متر وتشكل ٦٧% من منعطفات هذا المقطع، وأقصى طـــول لعنـــق المنعطفات في هذا المقطع ٣٢٠ متر وتساوي ١٩% من منعطفات المقطع الأول، أما المقطـــع الثاني فأن أحدى منعطفاته يزيد طول عنقها عن ٤٠٠ متر أما النسبة الأكبر في هذا المقطـــع فكانت للمنعطفات التي يتراوح طول عنقها مابين ٨٥ – ١٦٤ متر وتعدل ٤٧ % أما النسبة الغالبة في المقطع الثالث فهي للمنعطفات التي يتراوح طول عنقها ما بـــين ١٦٥-٢٤٠ متـــر وتساوي ٤١% من منعطفات المقطع الثالث. ويوضح الجدول ٨ نسبة فئات في كل المقاطع.

جدول ٨. توزيع نسب فئات طول عنق المنعطف (متر) في كل المقاطع

الفئة	المقطع الأول	المقطع الثاني	المقطع الثالث
٨٥-١٦٣	%٦٢	%٣١	%٧
١٦٤-٢٤١	%٢٢	%٣٩	%٣٩
٢٤٢-٣٢٠	%٥٥	%١١	%٣٣
٣٢١-٣٩٨	-	%١٦	%٨٣
٣٩٩-٤٧٧	-	%١٠٠	-

المصدر: إعداد الباحث

يلاحظ من الجدول أن طول عنق المنعطف تتزايد كلما اتجهنا نحو المصب، أن أكبر نسبة من المنعطفات التي يتراوح طول عنقها ما بين ٨٥-١٦٣ متر تتركز في المقطع الأول أما الفئة الثانية فأن نسبة تركزها في المقطعين الثاني والثالث متساوية وتساوي ٣٩% والفئة الثالثة أعلى نسبة تواجد لها في المقطع الأول، والفئة الرابعة ٨٣% منها تتركز في المقطع الثالث، والفئة الخامسة فهي توجد فقط في المقطع الثاني.



الشكل ١٨ . طول عنق المنعطفات (متر)

المصدر : إعداد الباحث

٤ . طول موجه المنعطف :

وتتراوح أطوال موجات المنعطفات ما بين ٨٧-٣٣١ متر ولقد تم تحليل البيانات وتقسيمها إلى ٥ فئات كما في الشكل (١٩).

ولوحظ أن أكبر عدد للمنعطفات ينتمي للفئة الثانية والتي تتراوح اطوال موجاتها ما بين ١٣٦-١٨٤ متر وتبلغ نسبة هذه المنعطفات ٣٧% من منعطفات منطقة الدراسة، وأقل نسبة وهي للفئة الخامسة التي يبلغ طول موجة المنعطف فيها ٢٨٣-٣٣١ متر وتساوي ٨% من منعطفات منطقة الدراسة والمقطع الأول تبلغ أعلى نسبة فيه للمنعطفات التي تتراوح طول موجتها ما بين ١٣٦-١٨٤ متر وتساوي ٣٧% من منعطفات المقطع الأول وأقل نسبة هي للفئتين الرابعة والخامسة بالتساوي وتساوي ١١% لكل فئة وكذلك المقطع الثاني فإن النسبة الأقل هي للفئات الرابعة والخامسة وتساوي ٣% لكل فئة وأعلى نسبة في المقطع للمنعطفات التي يتراوح طول موجتها ٨٧-١٣٥ متر وتساوي ٣٧% من منعطفات المقطع أما القطع الثالث فإن طول الموجة الغالب في المقطع يتراوح بين ١٣٦-١٨٤ متر ويعدل ٤١% من منعطفات المقطع الثالث.

أما توزع النسب المئوية للفئات حسب المقاطع كما في الجدول ٩.

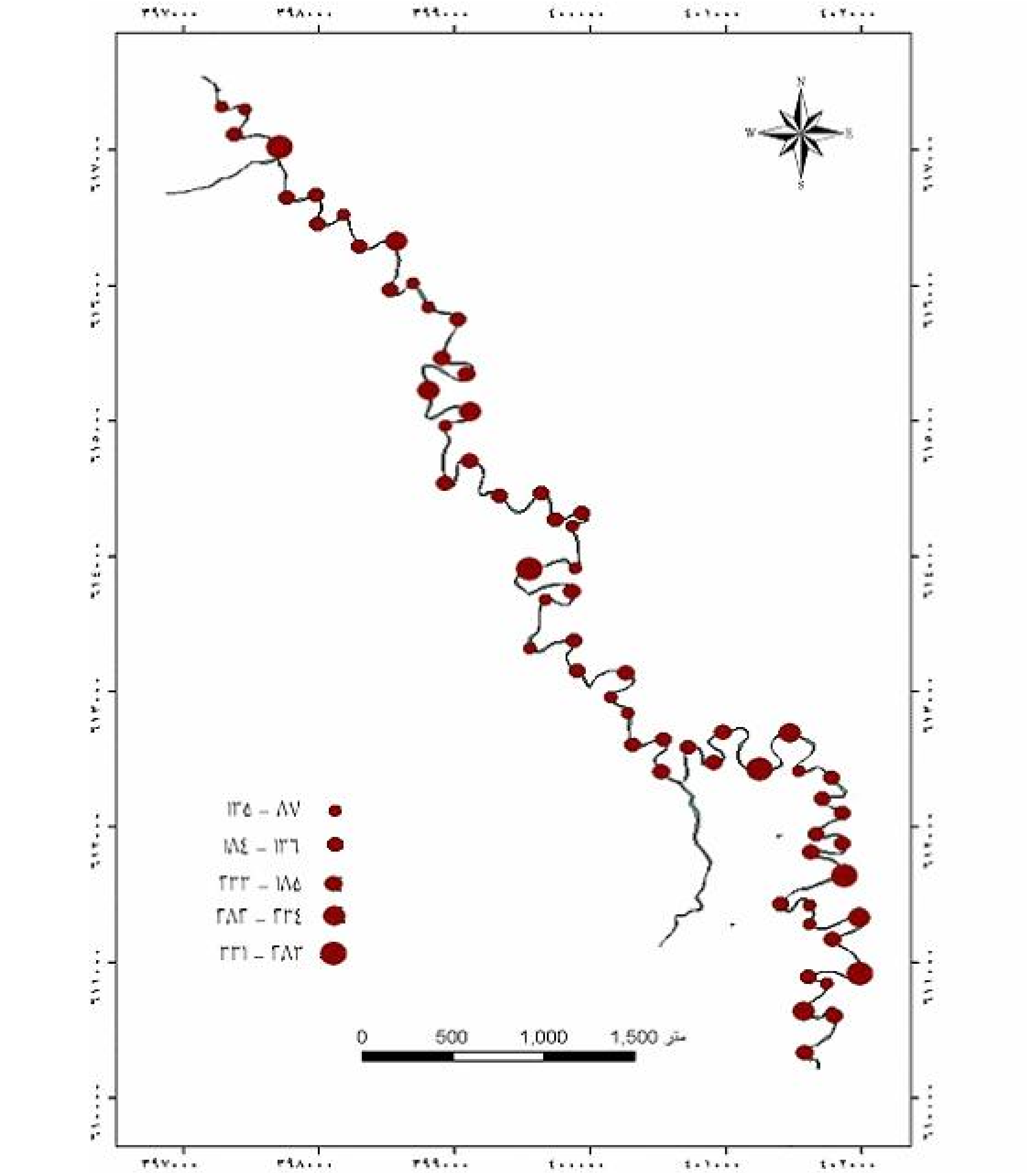
جدول ٩: توزع نسب فئات طول موجه المنعطف (متر) حسب تواجدها في المقاطع

الفئة	المقطع الأول	المقطع الثاني	المقطع الثالث
٨٧-١٣٥	٢٥	٤٤	٣١
١٣٦-١٨٤	٤٣	٢٦	٣٠
١٨٥-٢٣٣	٥٤	٣١	١٥
٢٣٤-٢٨٢	٥٠	١٦	٣٣
٢٨٣-٣٣١	٦٠	٢٠	٢٠

المصدر: إعداد الباحث

ويلاحظ من الجدول باستثناء الفئة الأولى فإن المقطع الأول تتركز فيه أعلى النسب لكل الفئات. أما الفئة الأولى أكبر نسبة لها توجد في المقطع الثاني بنسبة ٤٤%.

وتشير طول موجه المنعطف إلى كبر تقويسه المنعطف وتم قياس نصف قطر القويسة ولوحظ أنها ترتبط بعلاقة ايجابية مع طول الموجة (ر= ٠,٨٧).



الشكل ١٩. طول موجة المنعطف (متر)

المصدر إعداد الباحث .

٥ . عرض نطاق المنعطف في وادي الشلالة :

ويرتبط عرض نطاق المنعطف بكميات التصرف المائي فكلما زادت كميات التصريف المائي تزداد القدرة الحتية للمجرى ويزداد عرض نطاق المنعطف ويرتبط عرض نطاق المنعطف بعلاقة ايجابية مع طول موجة المنعطف (ر= ٠,٦٦).

ويتراوح عرض نطاق المنعطف ما بين ١١٠-٥١٤ متر وتم تقسيم البيانـــات إلـــى ٥ فئات كما في الشكل (٢٠).

ويلاحظ أن أكبر نسبة للمنعطفات التي يتراوح عرض نطاق المنعطف فيها مـــا بـــين ٢٧٢-٣٥٢ متر وتبلغ هذه النسبة ٤٦% من المنعطفات المدروسة.

ويغلب على المقطع الأول المنعطفات التي يتراوح عرض نطاق المنعطف فيهـــا مـــن ٢٧٢-٣٥٢ متر وتشكل ٥٢% من منعطفات المقطع الأول، أما المقطع الثاني فإن ٣٧% مـــن منعطفات هذا المقطع يتراوح عرض نطاقها ما بين ٣٥٣-٤٣٣ متر والمقطع الثالـــث الـــذي يغلب عليه المنعطفات التي عرض نطاقها ٢٧٢-٣٥٢ متر وتـــساوي ٥٣% مـــن منعطفـــات المقطع الثالث.

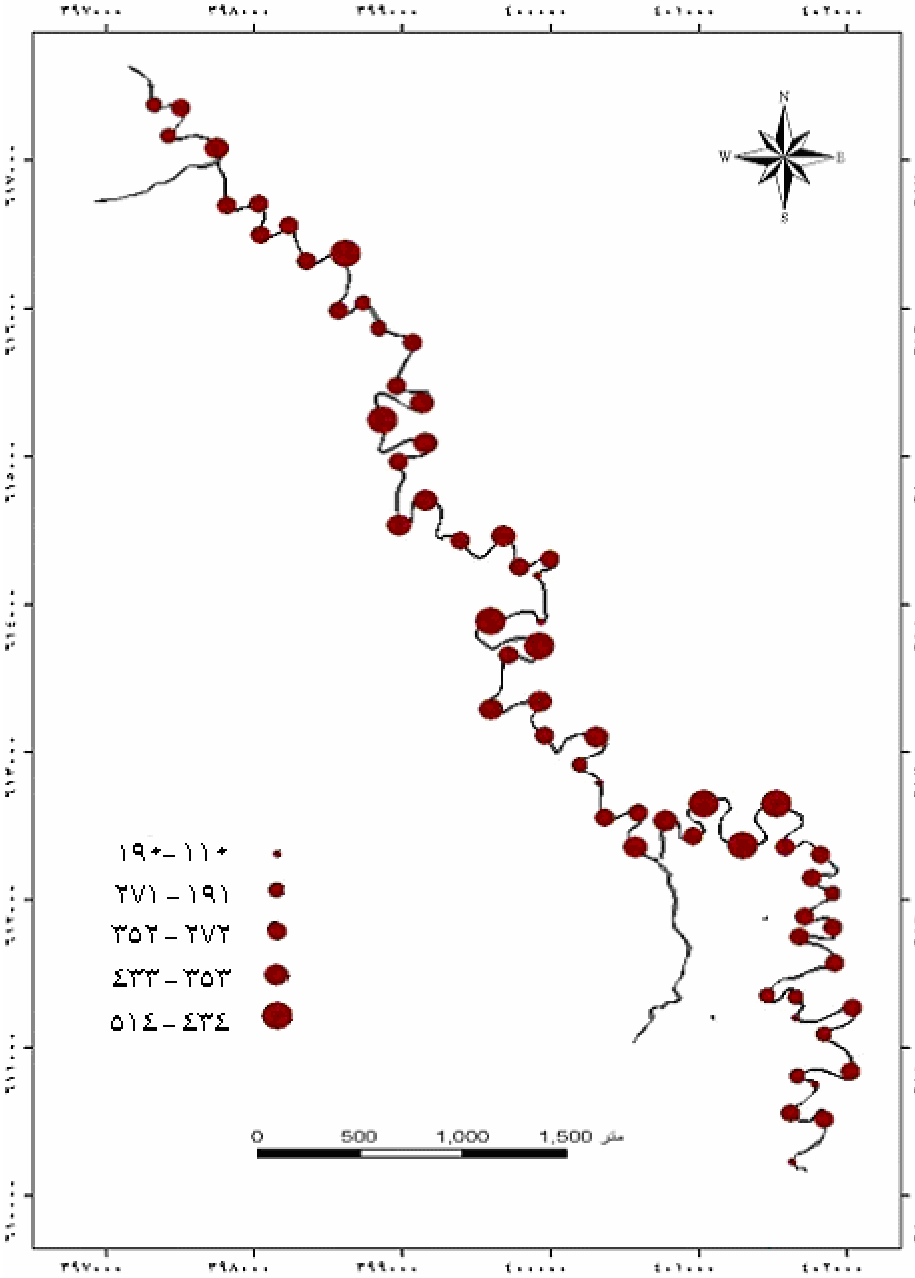
أما النسب المئوية لفئات عرض نطاق المنعطف حـــسب المقـــاطع فهـــي كمـــا فـــي الجدول ١٠.

جدول ١٠: توزع نسب فئات عرض نطاق المنعطف(متر) حسب تواجدها في المقاطع

الفئة	المقطع الأول	المقطع الثاني	المقطع الثالث
١٩٠-١١٠	٥٠	٥٠	-
٢٧١-١٩١	٥٠	١٠	٤٠
٣٥٢-٢٧٢	٤٨	٢١	٣١
٤٣٣-٣٥٣	١٨	٦٤	١٨
٥١٤-٤٣٤	٤٣	٢٩	٢٩

المصدر: إعداد الباحث

ويلاحظ من الجدول أن الفئة الأولى توجد فقط في المقطعين الأول والثاني بنسب متساوية وأن الفئة الثانية يتوزع ٥٠% منه في المقطع الأول وأن الفئة الثالثة تتوزع أعلى نسبة في المقطع الأول والفئة الرابعة فالنسبة الأعلى موجودة في المقطع الثاني والفئة الخامسة يتركز ٤٣% منها في المقطع الأول.



الشكل ٢٠ .عرض نطاق المنعطفات (متر) في منطقة الدراسة

المصدر إعداد الباحث .

٦ . اتجاه تحدّب المنعطفات في وادي الشلالة :

ولقد تم تقسيم اتجاه تحدّب المنعطف إلى فئات حسب الشكل (٢١) وتغلب الفئة الثالثة وهو الاتجاه الجنوبي الغربي ويشكل ٢٦% من منعطفات منطقة الدراسة وأقل نسبة هي ١,٦% للمنعطفات التي تتخذ التحدّب الشمالي الغربي. وهو المنعطف ٣٣ الموجود في المقطع الثاني. ويغلب على المقطع الأول الاتجاه الغربي وتشكل نسبه المنعطفات التي تتجه للشرق

٢٥% من منعطفات المقطع الأول، أما المقطع الثاني فإن النسبة الأعلى فيه هـــي للمنعطفـــات التي تتخذ للمقطع الثالث حيث النسبة الأعلى فيه هي فئة الجنوبي الغربي وتشكل هذه النـــسبة ٢٩% من منعطفات المقطع الثالث.

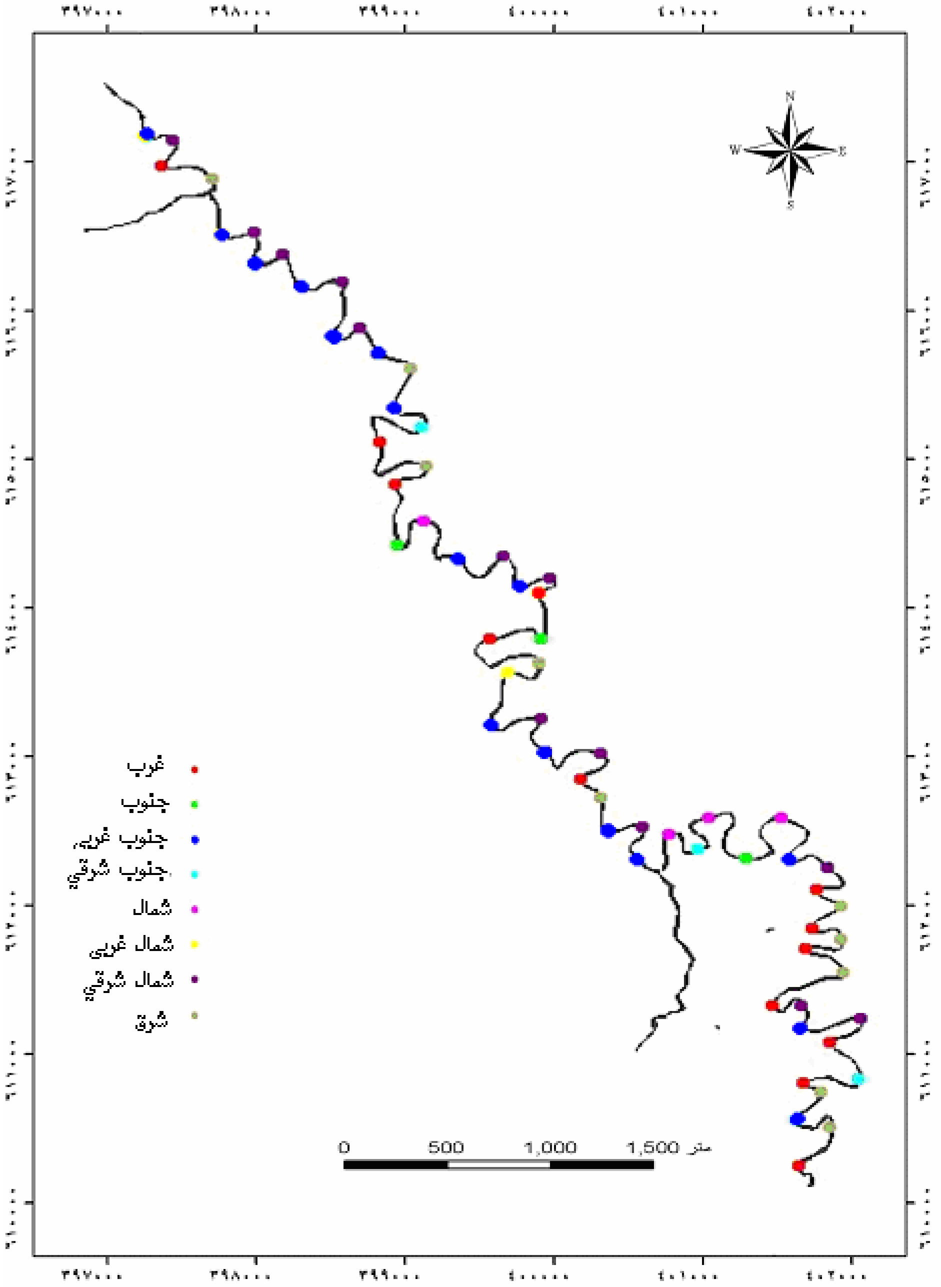
أما النسب المئوية لهذه الفئات حسب المقاطع فهي كما في الجدول (١١) .

جدول ١١. توزع نسب فئات اتجاه تحدّب المنعطفات حسب تواجدها في المقاطع

الفئة	المقطع الأول	المقطع الثاني	المقطع الثالث
غرب	%٥٤	%١٨	٢٧٥
جنوب	%٣٣	%٦٦	-
جنوب غرب	%٢٥	%٣١	%٤٤
جنوب شرق	%٦٧	-	%٣٣
شمال	%٧٥	%٢٥	-
شمال غرب	-	%١٠٠	-
شمال شرق	%٢١	%٤٣	%٣٦
شرق	%٦٢	%١٢	%٢٥

المصدر: إعداد الباحث

ويلاحظ من الجدول أن اتجاه التحدّب الجنوب يتركز فـــي منعطفـــات المقطـــع الأول والثاني، أما اتجاه التحدّب الجنوبي الشرقي فيتركز فقط في المقطعين الأول والثالث أما اتجـــاه التحدّب الشمالي الغربي فهو فقط في المقطع الثاني وتتـــوزع اتجاهـــات للمنعطفـــات بـــشكل عشوائي على امتداد الوادي.



الشكل ٢١ . اتجاه تحدب المنعطفات

المصدر : إعداد الباحث .

٧ . عرض الوادي المعمّق :

ويتراوح عرض الوادي المعمّق للمنعطفات ما بين ٤٣٧-١٥٦٠ متر ولقد قسم عرض الوادي المعمق إلى فئات حسب الشكل (٢٢) ، وكان ٣٨% من المنعطفات يتراوح عرض واديها المعمق ما بين ٦٦٢-٨٨٦ متر. وتبلغ أعلى نسبة في المقطع الأول للمنعطفات التي يبلغ عرض واديها ما بين ٦٦٢-٨٨٦ متر وتساوي ٥٩% من منعطفات المقطع الأول ونفس هي الغالبة في المقطع الثاني وتساوي ٤٢% أما المقطع الثالث فإن عرض وادي المنعطف فيه يتوزع على الفئات الرابعة والخامسة بالتساوي وتشكلا معاً ٧٠% من منعطفات المقطع الثالث.

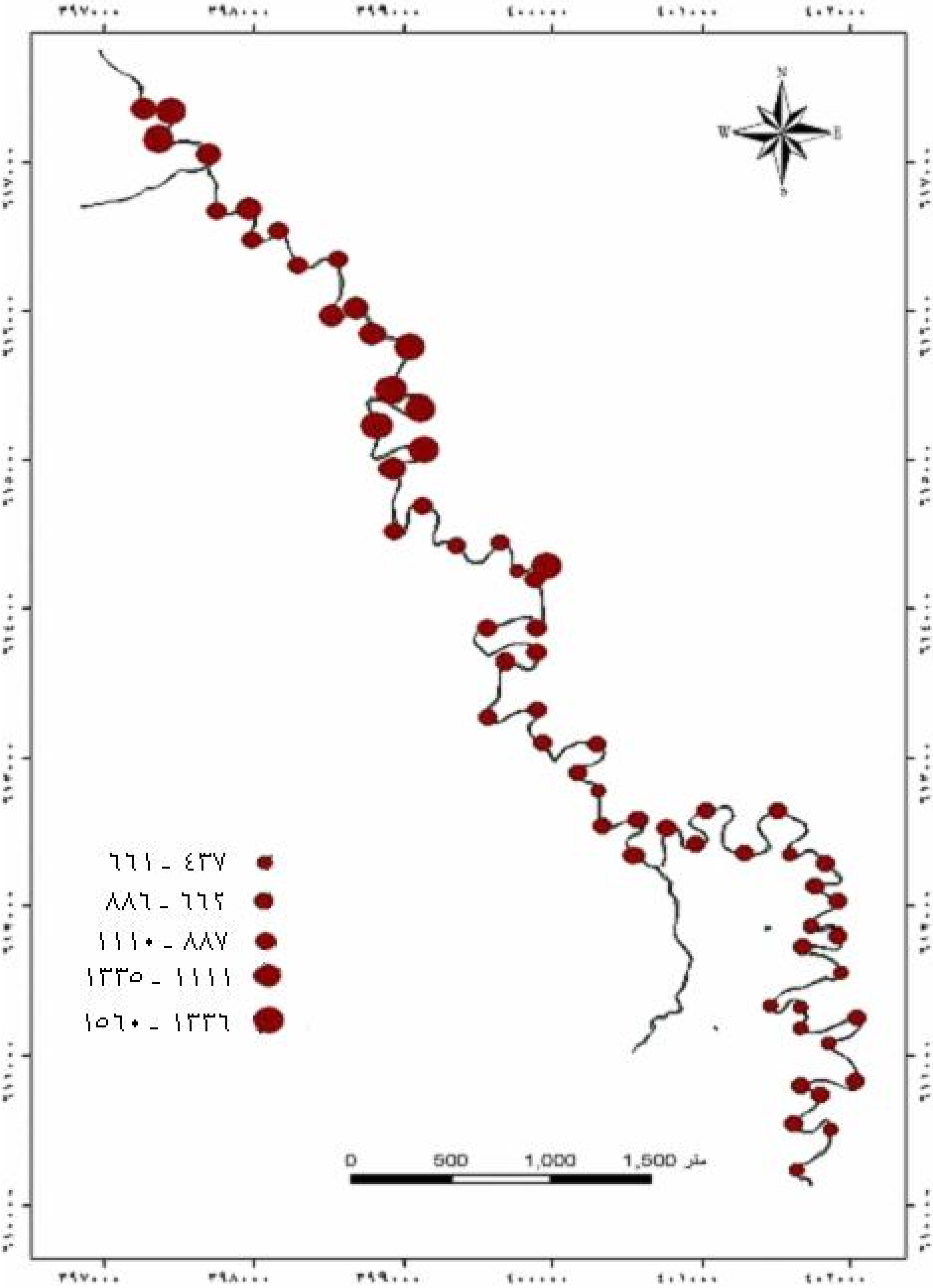
ويوضح جدول ١٢ نسب كل الفئات على امتداد المقاطع

جدول ١٢: توزع نسب فئات عرض الوادي المعمّق(متر) حسب تواجدها في المقاطع

الفئة	المقطع الأول	المقطع الثاني	المقطع الثالث
٤٣٧-٦٦١	٨٢	١٨	-
٦٦٢-٨٨٦	٦٧	٣٣	-
٨٨٧-١١١٠	١٥	٤٦	٣٨
١١١١-١٣٣٥	-	١٣	٨٦
١٣٣٦-١٥٦٠	-	٢٥	٧٥

المصدر: إعداد الباحث

ويلاحظ من الجدول أن الفئات الأعلى من عرض الوادي تتركز بالقرب من المصب حيث أن الفئة الأولى تتركز فقط في المقطعين الأول والفئات والرابعة والخامسة غير موجودة وكذلك الفئة الثانية، أما الفئة الثالثة فالمقطع الثاني يستحوذ على ٤٦% منها وتتركز الفئات الربعة والخامسة في المقطع الثالث نسبة ٨٦%، ٧٥% على التوالي.



الشكل ٢٢ .عرض الوادي المعمّق (متر)

المصدر :إعداد الباحث .

٨ . طول المنعطفات في وادي الشلالة :

تختلف أطوال المنعطفات فهي تتراوح ما بين أقل من ١٧٣-٨٦٠ متر وتم تقسيم الاطوال إلى ٥ فئات كما في الشكل (٢٣). وكانت الفئة الأكبر عدد هي ١٧٣-٣٤٤ متر وتساوي ٤٤% من منعطفات منطقة الدراسة وأقل فئة هي التي يتراوح أطوال منعطفاتها ما بين ٦٨٩-٨٦٠ مت وتساوي نسبتها ٣% من المنعطفات المدروسة، وتبلغ أعلى نسبة في المقطع الثاني فإن النسبة الأعلى فيه للفئة التي يتراوح طول منعطفاتها ما بين ٣٤٥-٥١٦ متر وتساوي ٣٧% من منعطفات المقطع الثاني والمقطع الثالث فإن ٤٧% من معطفاته تتراوح أطوالها ما بين ١٧٣-٣٤٤ متر.

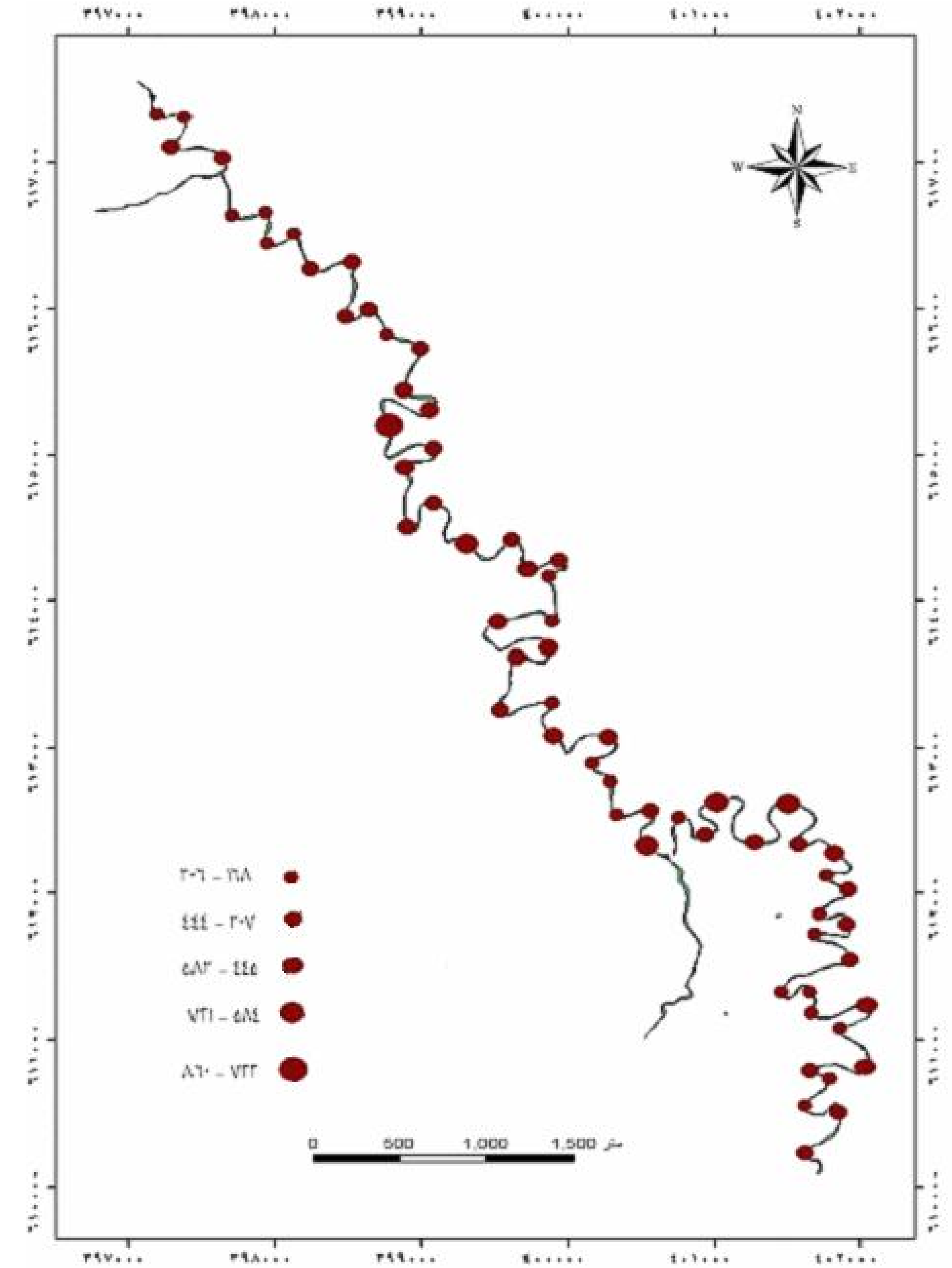
اما نسب الفئات حسب المقاطع فهي كما في الجدول (١٣)

جدول ١٣. توزع نسب فئات طول المنعطفات (متر) حسب تواجدها في المقاطع

الفئة	المقطع الأول	المقطع الثاني	المقطع الثالث
	-	٦٠	٤٠
١٧٣-٣٤٤	٥٠	٢١	٢٩
٣٤٥-٥١٦	٤١	٣٢	٢٧
٥١٧-٦٨٨	٥٠	٥٠	-
٦٨٩-٨٦٠	٥٠	-	٥٠

المصدر: إعداد الباحث

ويلاحظ من الجدول السابق أن الفئة الأولى كان أعلى تركزلها في المقطع الثاني أما الفئات الثانية والثالثة فإن أعلى تركز لها في المقطع الأول أما الفئة الرابعة فهي تتوزع على المقطعين الأول والثاني بالتساوي، والفئة الخامسة تتوزع كذلك بالتساوي على المقطعين الأول والثالث.



الشكل ٢٣. طول المنعطفات في منطقة الدراسة (متر)

المصدر : إعداد الباحث .

٩ . عرض المجرى :

ولقد تم قياس المجرى و وُجد أنه يتراوح ما بين ٥-١٧ متر ولقد قسم إلـــى ٥ فئـــات كما في الشكل (٢٤). ولوحظ أن عرض المجرى الذي يتراوح ما بـــين ٥ - ٧ متـــر هـــو الغالب في منطقة الدراسة وتساوي نسبته من باقي الفئات ٤٠% وأن أقل فئة في الوادي هـــي الفئة الخامسة (١٥-١٧ متر) وتبلغ نسبتها ١,٦% من باقي الفئات، ولوحظ أن المقطـــع الأول يغلب عليه الفئة الأولى التي يتراوح عرض مجراها ٥-٧ متر وتساوي نـــسبتها ٥٦% مـــن منعطفات المقطع، أما المقطع الثاني فإن ٤٢% من منعطفاته يتراوح عرض مجراها ما بـــين ١٠-١٢ متر، والمقطع الثالث فإن ٣٥% من منعطفاته يتراوح عرض مجراها ما بـــين ٥-٧ متر.

اما نسب هذه الفئات حسب المقاطع فهي كما في الجدول (١٤) .

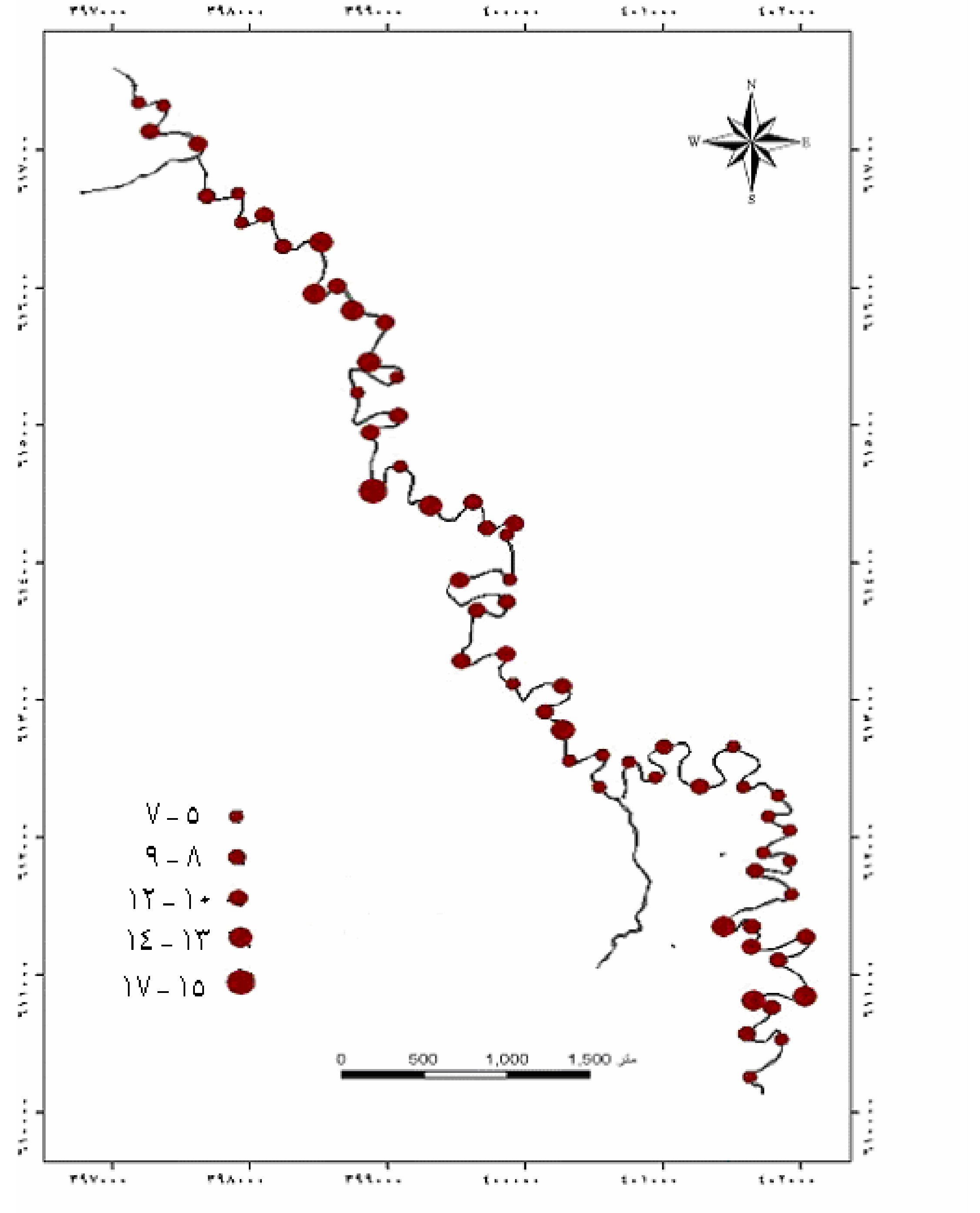
جدول ١٤. توزع نسب فئات عرض المجرى (متر) حسب تواجدها في المقاطع

الفئة	المقطع الأول	المقطع الثاني	المقطع الثالث
٥-٧	٦٠	١٦	٢٤
٨-٩	٥٠	٣٣	١٦
١٠-١٢	١٩	٥٠	٣١
١٣-١٤	٣٣	٢٢	٤٤
١٥-١٧	-	١٠٠	-

المصدر: إعداد الباحث

ولوحظ من الجدول السابق أن النسبة الأعلى في الفئة الأولى والثانية موجـــودة فـــي المقطـــع الأول وأن النسبة الأعلى للفئة الثالثة موجودة في المقطع الثاني والفئة الرابعـــة كـــان التركـــز الأعلى لها في المقطع الثالث وأن الفئة الخامسة لا توجد إلا في المقطع الثاني فقط.

ويرجع سبب الاختلاف في عرض المجرى لاختلاف نوع الصخور ففي الصخور اللينة يزداد عرض المجرى أكثر من الصخور الصلبة بسبب زيادة القدرة الحتية في الصخور اللينة.



الشكل ٢٤ . عرض المجرى (متر)

المصدر : إعداد الباحث

١٠ . تعرج المجرى :

ويرتبط معامل الانعطاف بعلاقة ايجابية مع طول المنعطف (ر=٠,٨٥) ولقد تم قياس معامل الانعطاف لمنعطفات منطقة الدراسة ولقد تراوحت النسبة ما بين أقل من ١ إلى ٦ كما في الشكل (٢٥) ثم قسمت هذه النسب إلى ٣ فئات:

- الفئة الأولى: أقل من ١
- الفئة الثانية: ١,١-١,٥
- الفئة الثالثة: أكثر من ١,٥

ويعتبر المجرى في الفئة الأولى مستقيماً بينما الفئة الثانية يمكن اعتباره ملتوياً وإذا زادت النسبة عن ١,٥ يعتبر المجرى متعرج (سلامة، ١٩٨٢) وتبين أن ٤٦% من منعطفات منعطفات منطقة الدراسة بلغت نسبة تعرجها أكثر من ١,٥ وبذلك فهي تعتبر متعرجة، بينما ٤٠% منها يمكن اعتبارها ملتوية، ولا تشكل المنعطفات المستقيمة سوا ١٤% من منعطفات منطقة الدراسة ويبين الجدول ١٥. النسب المئوية لكل فئة حسب وجودها في المقاطع.

الجدول ١٥. توزع نسب فئات معامل الانعطاف حسب تواجدها في كل مقطع

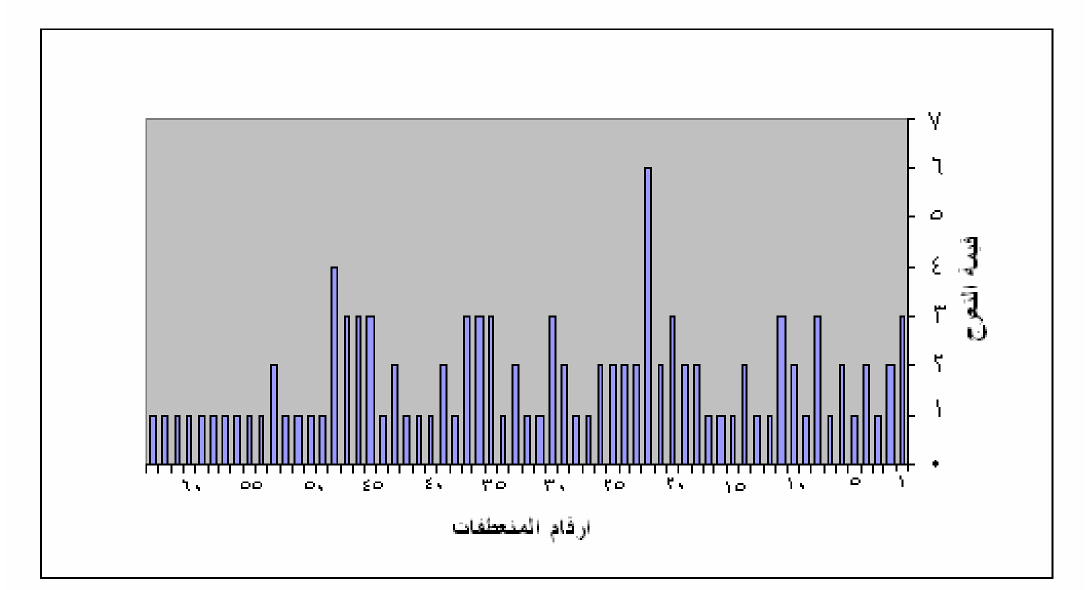
المقاطع	الفئات		
	أقل من ١	**١,١ - ١,٥**	**أكثر من ١,٥**
الأول	٢٢%	٣٢%	٥٩%
الثاني	١١%	٣٢%	٣٤%
الثالث	٦٧%	٣٦%	٧%

المصدر: إعداد الباحث

ويلاحظ من الجدول أن اكبر نسبة من المنعطفات المتعرجة تقع في المقطع الأول وأقلها في المقطع الثالث، بينما ٦٧% من المنعطفات التي تعتبر مستقيمة تقع في المقطع الثالث.

ويمكن تفسير الاختلاف في معامل التعرج باختلاف درجات الانحدار ويبلغ معامل الارتباط بين الانحدار والتعرج (ر= ٠,٨٣) حيث يقوم النهر بتعريج مجراه عندما يصبح غير قادر على تعميق مجراه عندما تتناقص درجات الانحدار. وتم قياس درجات انحدار المقاطع الطويلة وكانت ١,٦° و١,٤° و١,٢° للمقاطع الأول والثاني والثالث على التوالي وهي درجات انحدار منخفض الأمر الذي يفسر التعرج، ولكن الانحدار الشديد أحياناً يكون ضرورياً حتى

يتمكن المجرى من تعويض الطاقة التي يفقدها النهر نتيجة الاحتكاك الناتج عن انحناء المجرى.



الشكل ٢٥. معامل التعرج

المصدر : إعداد الباحث

١١ . أشكال المنعطفات :

تبين من تحليل الصور الجوية أن منعطفات منطقة الدراسة تنتظم في أشكال محدده وهي:

١١.أ . المنعطفات القوسية (Curved – Shape) .

١١.ب . المنعطفات المركبة على شكل الحرف (W).

١١.ج. المنعطفات قائمة الزاوية (Stretched – Shape).

١١.د. المنعطفات المصندقة (Box – Shape).

١١.و. منعطفات حذوة الفرس (Horse shoe- Shape).

١١.ي. منعطفات على هيئة الحرف اللاتيني أو مغا Ω (Omega- Shape).

ولقد تبين أن الشكل الأكثر شيوعاً في المنعطفات النهرية في وادي الشلالة هي التي تتخذ الشكل القوسي حيث تشكل ٤٨% من منعطفات منقطة الدراسة ويليها المنعطفات التي تتخذ شكل حذوه الفرس وتشكل (٢٩%) من منعطفات منقطة الدراسة، كما يظهر من الشكل (٢٦).

ولا تتخذ المنعطفات أشكالاً بشكل عشوائي وإنما تخضع لمجموعة من العوامل تحدد أشكالها، حيث تعمل قلة درجات الانحدار وتجانس وقلة تماسك مواد السهل الفيضي على ظهور منعطفات كبيرة منتظمة ، أما القوسية الشكل أو التي تتخذ شكل حذوه الفرس .في حين تمنع حواف السهل الفيضي من تقدم المجرى ، وتجعله يرتد بزاويا قائمة ، فينتج الشكل المصندق أو قائم الزاوية من المنعطفات . وتختلف خصائص المنعطفات حسب أشكالها فمثلاً في المنعطفات القوسية يكون طول المنعطف أكبر من طول موجه المنعطف. وتعتبر المنعطفات التي تتخذ شكل الحرف اللاتيني أو ميغا هي أكثر المنعطفات قابلية لانقطاع عنقها بسبب ضيقه أما المنعطفات القوسية والمنعطفات قائمة الزاوية فإنها أقل المنعطفات قابلية للانقطاع.

المقطع الأول ٤٤% من منعطفاته تتخذ شكل حذوه الفرس، والمقطع الثاني ٤٢% من منعطفاته تتخذ الشكل القوسي، أما المقطع الثالث فإن ٨٨% من منعطفاته قوسيه الشكل.

وتتوزع نسب المنعطفات حسب أشكالها على امتداد الوادي حسب الجدول ١٦.

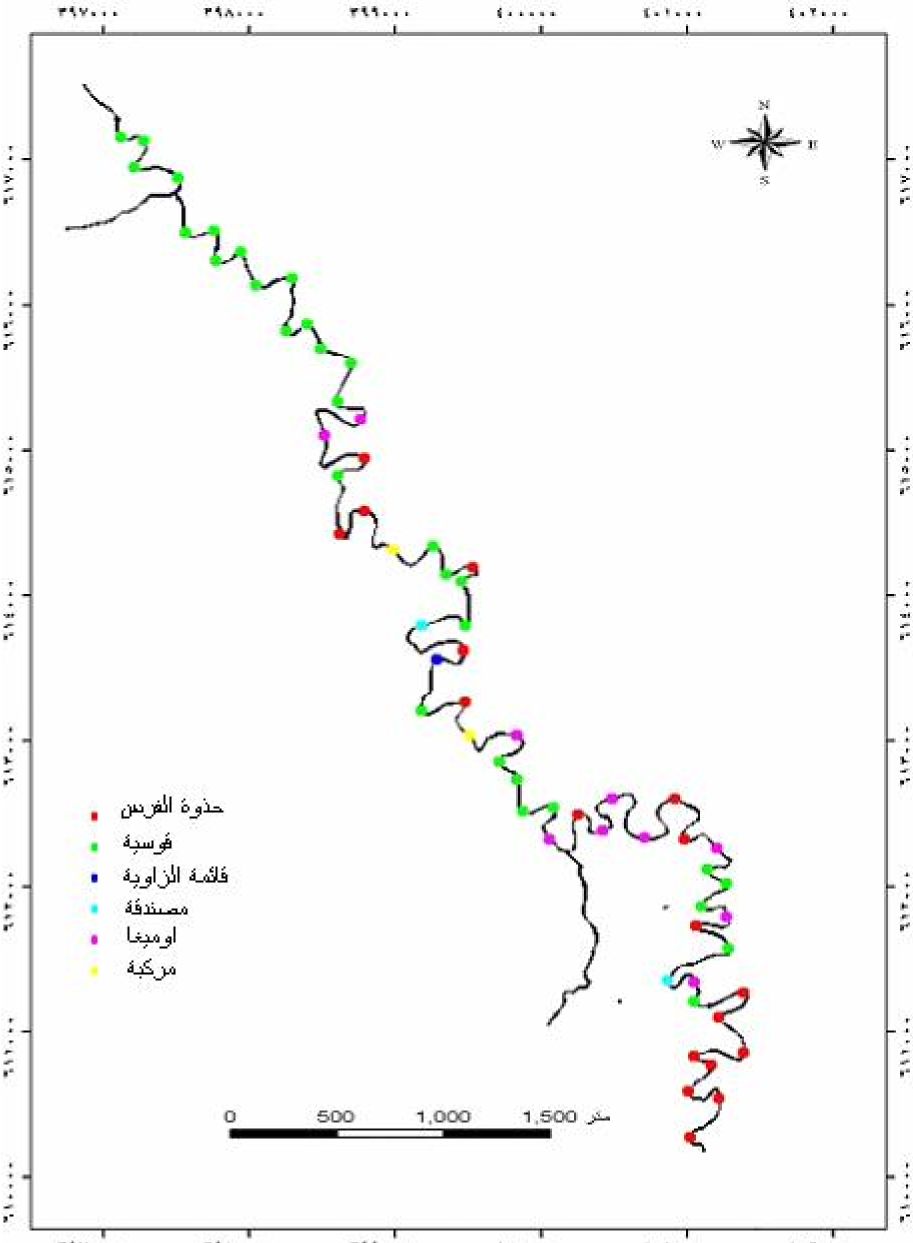
الجدول ١٦.توزع نسب فئات أشكالها المنعطفات حسب تواجدها في المقاطع

الشكل	المقطع الأول	المقطع الثاني	المقطع الثالث
حذوه الفرس	%٦٧	%٣٣	-
أوميغا	%٧٠	%١٠	%٢٠
القوسية	%٢٣	%٢٧	%٥٠
قائم الزوايا	-	%١٠٠	-
مركبة	-	%١٠٠	-
مصندقة	%٥٠	%٥٠	-

المصدر: إعداد الباحث

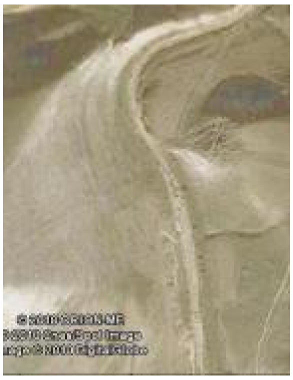
ويلاحظ من الجدول أن المنعطفات التي تتخذ شكل قائم الزاوية والشكل المركب هي فقط توجد في المقطع الثاني بينما لا يوجد في المقطع الثالث سوا المنعطفات التي تتخذ شكل أو ميغا والقوسية.

وتوضح الصورة (٧) بعض الامثلة على اشكال منعطفات منطقة الدراسة



الشكل ٢٦. أشكال المنعطفات في منطقة الدراسة

المصدر :إعداد الباحث .



المنعطفات القائمة الزاوية



منعطفات مركبة



المنعطفات المصندقة



المنعطفات القوسية



منعطفات حذوه الفرس



منعطفات على هيئة الحرف اللاتيني اومغا

الصورة ٧ . امثلة على اشكال المنعطفات في وادي الشلالة

تطور المنعطفات النهرية

تعتبر المنعطفات من أكثر الأشكال النهرية السائدة، فالأنهار المستقيمة تعتبـر نـادرة الوجود بسبب الظروف الحوضية التي تعمل على تكون وتطور هذه المنعطفات.

وبعد تحليل الصور الجوية عام ١٩٧٨ ومقارنتها مع الصور عـام ٢٠٠٤م لمنطقـة الدراسة لوحظ أنه لا يوجد اختلاف على المجرى المـائي مـن حيـث خصائـصه الـشكلية والمورفومترية مما يؤكد أن منعطفات منطقة الدراسة هي منعطفات معمقة في صخور صـلبة تحتاج إلى الآف السنين حتى تتطور.

كما أن الظروف المناخية الحالية تعتبر غير مناسبة لتطور المنعطفات لأنها أصـبحت أكثر جفافاً من الماضي حيث أن زيادة كميات الأمطار تزيد من كميات التصريف حيث تحتاج هذه المنعطفات المعمقة إلى كميات صرف مائي كبير حتـى يـتم حـث الـصخور وتطـور المنعطفات، من خلال ذلك يستدل أن مناخ منطقة الدراسة كان رطباً حيث يساعد على تـشكل وتطور المنعطفات في الماضي.

وتختلف المنعطفات الحرة عن المعمقة فهي تتطور ضمن السهل الفيضي للنهر حيـث أن عملية التطور تكون أسهل وأسرع نظراً لطبيعة المواد اللينة التـي يتكـون منهـا الـسهل الفيضي.

الحركات الأرضية في وادي الشلالة :

وتتعرض وحدة الوادي كذلك لمجموعة من العمليات الجيومورفولوجية التي تحدث على سفوحها المطلة على وادي الشلالة، فبعض هذه العمليات يحث ببطء شديد ولكن بصفة مستمرة، بينما يحدث البعض الآخر بشكل فجائي لكتل من المواد يتبع هذه العملية فترات خمود طويلة، وتم تصنيف هذه العمليات في منطقة الدراسة حسب تصنيف بلت (Bolt) إلى عمليات سريعة وعمليات بطيئة.

١ . العمليات الأرضية السريعة وتضم :

١.أ . الانزلاقات الأرضية :

وهي من أهم الحركات الأرضية السريعة وتحدث عندما تكون الكتل الصخرية أو الجلاميد كبيرة الحجم نسبياً الموجودة في أعلى المنحدرات غير مستقرة وغير متماسكة بالإضافة لوجود مواد طينية تعمل كمواد مزحلقة تساعد على انزلاق الكتل الصخرية لأسفل المنحدر وتتجمع هذه الكتل عند قاعدة المنحدر لتشكل أحياناً مخاريط الهشيم (Cones Talus) وتنتشر الانزلاقات الأرضية بشكل محدود في المجرى الأعلى لوادي الشلالة حيث تتوافق مع تواجد الصخور الطباشيرية التي تسمح بزيادة معدلات تسرب الماء إلى الطبقات الصخرية، مما يؤدي إلى عدم استقرار الصخور وانزلاقاتها، وبالأخص عقب العواصف المطرية في حال توافر درجات الانحدار المناسبة وتم التعرف عليها في الزيارات الميدانية من خلال الجدار شبه القائم الذي يتراوح ارتفاعه ما بين ١٥-٢٠م، وأيضاً من خلال المصطبة الموجودة عند قاعدة الانزلاق وبلغت درجة انحدار هذه المصطبة ٦,٨° وعرضها تراوح بين ٥٠-٥٥م.

١. ب. التساقط الصخري :

وهي أحدى الحركات الأرضية السريعة تتساقط فيها الكتل الصخرية لتتجمع عند حضض المنحدرات وذلك نتيجة لعمليات التجوية التي تؤدي إلى تكوين شقوق وفواصل في التكوينات الصخرية اللينة ومع استمرار عمليات التجوية يؤدي ذلك إلى فصل الكتل الصخرية عن جسم الحافات الصخرية لتهوي بعد ذلك إلى حضض الحواف أو إلى وسط المجري المائي ، وتنتشر عمليات التساقط الصخري على الحافات الشرقية المشرفة على وادي الشلالة.

٢ . العمليات الأرضية البطيئة :

وتشمل زحف التربة والمفتتات الصخرية على طول السفوح بشكل بطئ جداً وغير محسوس ولا يمكن مشاهدتها إلا بدراستها عن كثب ولفترة طويلة. إذ ليس لها آثار طبوغرافية ملموسة، ويقتصر تأثيرها في كثير من الحالات على ثني الجذوع، أو اقتلاعها، وتدمير أعمدة الهاتف وتنتشر على معظم المنحدرات في وادي الشلالة وتوضح صورة (٨) ثني جذوع الأشجار.

وتتعرض الكتل والجلاميد الصخرية إلى التكسر والتحلل أثناء زحفها مخلفة وراءها القطع الصخرية والمفتتات الصغيرة، وعندما تطغى هذه المواد على المواد الزاحفة يطلق عليها اسم زحف ركام السفوح لتتجمع بعد ذلك عند حضض المنحدرات بأحجام وأشكال مختلفة.



صورة ٨ . ثني جذوع الأشجار نتيجة زحف التربة

النتائج

توصلت الدراسة إلى النتائج التالية:

١. ترجع ظاهرة المنعطفات المتعمّقة في وادي الشلالة إلى مجموعة عوامل مختلفة ومن أهمها هبوط بيئة المصب..

٢. بلغ عدد منعطفات منطقة الدراسة ٦٣ منعطفاً.

٣. بلغ معامل تعرج الوادي ١,٧ وهو يعتبر من الأودية المتعرجة.

٤. بلغت درجة انحدار المجرى الرئيسي لوادي الشلالة ١,٤ درجة وهي تعتبر درجات منخفضة.

٥. تتناقص عدد المنعطفات بالاتجاه نحو المصب كما تتناقص نسبتي التباعد التعرج ودرجة الانحدار إلى جانب طول القناة في الاتجاه نفسه، وهو أمر يشذ عن الوضع الطبيعي للأنهار بصورة عامة والسبب تعرض مستوى الأساس للوادي فيها إلى حركة هبوط عملت على تأكل المنعطفات عند المصب.

٦. تتكون الأشكال الأرضية في منطقة الدراسة من وحدتين رئيسيتين هما وحدة الوادي وتساوي ٣٦% من مساحة منطقة الدراسة وتسود في هذه لوحده عدد من الظواهر والعمليات الجيومورفولوجية ويبلغ معدل درجات انحدار هذه الوحدة ٢٠°، أما الوحدة الثانية فهي وحدة سهل سطح التسوية ويساوي ٦٤% من مساحة الدراسة وتقل درجات انحداره عن درجة واحدة.

قائمة المراجع

المراجع العربية

- أبو العينين، حسن. (١٩٨٩). **أصول الجيومورفولوجيا**، ط١٠، الإسكندرية: مؤسسة الثقافة الجامعية.
- أبو صبحة، كايد وسلامة حسن. (٢٠٠٠). تصنيف خصائص الأحواض المائية في الأردن وتفسيرها باستخدام أسلوبي التحليل العاملي والانحدار المتدرج، **المجلة التونسية للجغرافيا**، (٣١) ١١-٣٠،
- الأقطش، كوكب. (١٩٩٧). **مورفولوجية المنعطفات النهرية في وادي الوالا**، رسالة جامعية غير منشورة، الجامعة الأردنية، عمان- الأردن.
- البحيري ، صلاح الدين ، ١٩٩١ ، **جغرافية الاردن** ، ط ١ ، عمان : مكتبة الجامع الحسيني .
- التوم، صبري. (١٩٩٠). **حوض وادي الرميمين "دراسة جيومورفولوجية"**، رسالة جامعية غير منشورة، الجامعة الأردنية، عمان- الأردن.
- جاد، محمد طه. (١٩٨١). الخصائص الجيومورفولوجية لنهر السهل الفيضي، **الجمعية الجغرافية الكويتية**، جامعة الكويت، ٣٢، ٨-٦٨.
- جودة، جودة حسنين. (١٩٨٠). **معالم سطح الأرض**، بيروت: دار النهضة العربية.
- دائرة الأرصاد الجوية. (٢٠٠٩). **بيانات مناخية غير منشورة**، عمان، الأردن.
- الزريقات، علاء الدين. (٢٠٠٤). **مورفولوجيا حوض وادي راجب**. رسالة ماجستير غير منشورة، الجامعة الأردنية، عمان- الأردن.
- زيتون، محمد عبد الكريم. (٢٠٠٠). **التغيرات الجيومورفولوجية للسهل الفيضي لنهر الزرقاء ما بين جسر جرش وسد الملك طلال ١٩٧٨-١٩٩٨**. رسالة جامعية غير منشورة، الجامعة الأردنية، عمان- الأردن.
- سلامة، حسن رمضان. (١٩٨٠). التحليل الجيورفوفوجي للخصائص المورفومترية للأحواض المائية في الأرض، **دراسات- العلوم الإنسانية**، ٧(١) ٩٧٩، ١٣٢.
- سلامة، حسن. (١٩٨٢). الخصائص الشكلية ودلالاتها الجيومورفولوجية، **الجمعية الجغرافية الكويتية**، جامعة الكويت، (٤٢)، ٥-٢٩.

- سلامة، حسن. (٢٠٠٤). **أصول الجيومورفولوجيا،** ط١، عمان: دار المسيرة للنشر والتوزيع.
- سلطة المصادر الطبيعية، **بيانات جيولوجية غير منشورة،** ٢٠٠٨.
- شورلي ، رد شارد جي ، **المدخل لدراسة العمليات النهرية ، دراسات في الجيومورفولوجيا** ،(ترجمة وفيق الخشاب) كلية التربية ، جامعة بغداد ١٩٧٩ .
- عابد، عبد القادر. (١٩٨٢). **جيولوجيا الأردن،** عمان: مكتبة النهضة الإسلامية.
- عبد السلام، عادل. (١٩٨٠). **أشكال الأرض،** ط١، دمشق: جامعة دمشق.
- العدرة، نزية. (٢٠٠٧). **جيومورفولوجيا حوض التصريف النهري الأعلى من وادي الخليل،** رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة النجاح، نابلس، فلسطين.
- عودة، سميح. (١٩٨٠). **بعض الظاهرات ارسابية النشأة على الجانب الشرقي من غور الأردن وإثرها في أنماط استخدام الأرض،** رسالة دكتوراه غير منشورة، جامعة الإسكندرية.
- عودة، سميح. (١٩٩٦). **مدخل إلى طرق استعمال الخرائط وأساليب إنشائها الفنية،** ط٢، عمان: المركز الوطني للخدمات الطلابية.
- قطيش، مها. (٢٠٠٧). **التقييم الجيومورفولوجي للأراضي في حوض وادي الحسا، جنوب الأردن،** رسالة ماجستير غير منشورة، الجامعة الأردنية، عمان- الأردن.
- المركز الجغرافي الملكي، **صور جوية وخرائط طبوغرافية.**
- المشاعلة، فراس. (١٩٩٩). **التغيرات الجيومورفولوجية للسهل الفيضي لنهر الأردن خلال الفترة ١٩٥٠-١٩٩٧ (منطقة جسر داميا- جسر الملك حسين)** رسالة ماجستير غير منشورة، الجامعة الأردنية، عمان- الأردن.
- نوافلة، خلدون. (١٩٩٥). **أشكال حركات المواد الأرضية على منحدرات حوض وادي زقلاب،** رسالة ماجستير غير منشورة، الجامعة الأردنية، عمان- الأردن.
- وزارة الزرعة. (٢٠٠٨). **بيانات مناخية غير منشورة،** عمان- الأردن.

المراجع الأجنبية

- Cheryl Bradleyb and Derald G. Smith - (1984), Meandering Channel Response to Altered Flow Regime: Milk River**.** **Water Resources Research,** 20 (10), 1913 - 1920.
- Constantine, Jose Antonio; Dunne, Thomjas (2008), Meander Cutoff and the Controls on the Production of Oxbow lakes. **Geology**, 36 (1), 23 - 26.
- Fairbridge , Rhodes Whitmore , (1969) , **The Encyclopedia of Geomorphology** , New York : Reinhold .
- Ferguson, R. I. 1977 , Meander Sinuosity and Direction Variance , Geological Society of America Bulletin , Vol . 88 , PP. 212- 214 .
- Frances J. Magilligan, (1985), Historical Floodplain Sedimentation in the Galena River Basin , **Annals of the Association of American Geographers,** 75 (4). 583 - 594.
- Inci Gunerralp, Bruce L. Rhoads (2008), Continuous Characterization of the Plan form Geometry and Curvature of Meandering Rivers, **Geographical Analysis**, 40 (1).1-25.
- John J. Alford and Joseph C. Holmes (1985), Meanders Scars as Evidence of Major Climate Change in Southwest

Louisiana , **Annals of the Association of American Geographers**. 75 (3), 395-403.

- Leopold, L . B and Wolman , M . G .(1969) , River Meanders , **Bulletin of the Geological Society of American**, 11 , 744 -769.
- Mehrzad Shams, Goodarz Ahmadi, and Duane H. Smith, (2008), Sensitivity of Flow and Sediment Transport in Meandering Rivers to Scale Effects and Flow Rate. **Environmental Engineering Science**, 25 (5), 747-756.
- Morisawa, M. (1981), **Fluvial Geomorphology**, London; George Allen & Unwind.
- Schumm S.A. (1963), Sinuosity of Alluvial Rivers on the Great Plains , Geol. Soc,AM. 74. 10891100.
- Thornbury, W. (1962**), principles of geomorphology**, New York: Wiley..
- Zhang bin, A1 Nnshan , Huang Zhengwen , YI Chengbo , Qin Facao (2008), 2D Modeling of Heterogeneous Dispersion on Meandering Chnanels. **Journal of Hydraulic Engineering**, 134 (2), 196-204.

GEOMORPHOLOGY OF ENTRENCHED RIVER MEANDERS IN THE LOWER PART OF ESH SHALALLA WADI

Prepared by

Serine Habis Daifallah Gharaibeh

supervisor

Prof. Samih Odeh

Abstract

This study examined the phenomenon of Entrenched River Meanders in the lower part of Esh shalalla Wadi in terms of their formal and morphometric characteristics, their regularity and distribution along the main stream of the wadi; the study interpreted the reasons of the irregularity of meanders in compared with other meanders in general and

The uniqueness of Esh shalalla Wadi with this phenomenon compare with other wadis in Jordan. The study area is represented with an area of 61 per km 2 with a 7% of the area of the basin of Esh shalalla Wadi (879km^2).

Different rock formations cover the wadi , whose age ranges from Maestriechtian (Cretaceous) to Middle Eocene (Tertiary) - and surface sediments from the age of Pleistocene - Holocene.

The study area is characterized with 63 Entrenched Meanders River with a distance average of 8.6 meanders / km, less ratio when directed towards the estuary in addition to the factors of meander , slope and the

channal length, which is different from the properties of curves in general.

Meander factor and the number of meanders increase when directed towards debouchure because of reduced slope, which confirms that the meander factor at the study area is subject to factors other than regression, most important of which is the decline in the estuary environment, which led to the erosion of the corners at the downstream environment.

The morphometric characteristics , the formal qualities of the basin and the water network properties have been measured through the Quick Bird Image(2004) along with a cover of the aerial photographs 1: 10000 (1978) to make a comparison with the same characteristics to determine the extent of development in the region. It is noted that there has been no change in these properties since the corners are deep , which requires thousands of years to evolve under the present climatic conditions which are drier than the past.

The landforms in the study area were identified and divided into units: Plantation surface , the Channel , Gullet , Terraces , Karts Caves